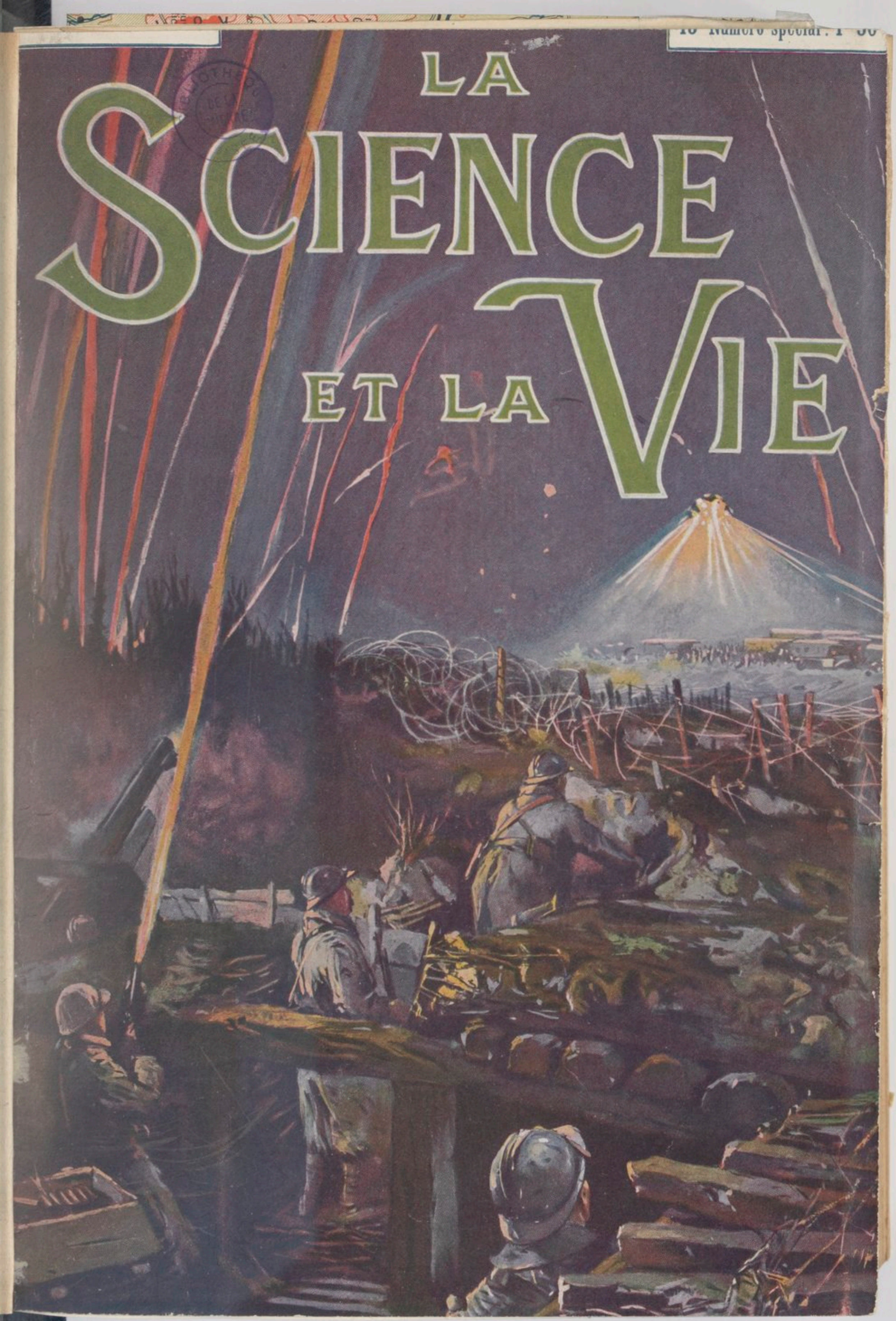
10e Numéro spécial : 1f 50

LA SCIENCE ET LA VIE



L'ANCIEN ROYAUME DE POLOGNE

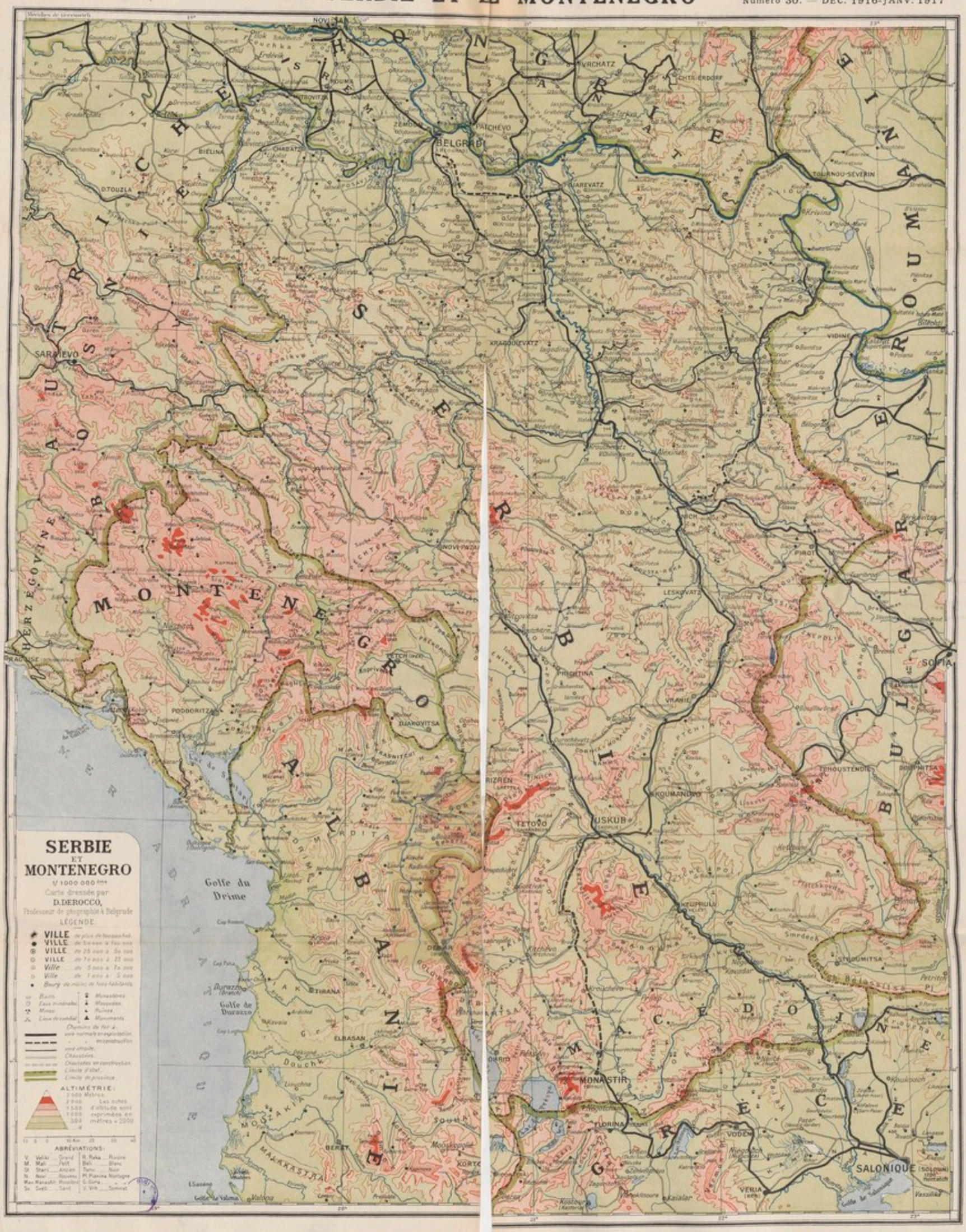
AVANT SON PREMIER DÉMEMBREMENT

Les Austro-Allemands ont décidé d'ériger en principauté ou en royaume « indépendant » les territoires de la Pologne russe qu'ils occupent, et ils se sont immédiatement empressés, dans le but de renforcer leurs armées, d'organiser des Légions polonaises.

Édité par " LA SCIENCE ET LA VIE "

LA SERBIE ET LE MONTÉNÉGRO

Numéro 30. — DÉC. 1916-JANV. 1917



N° 30.

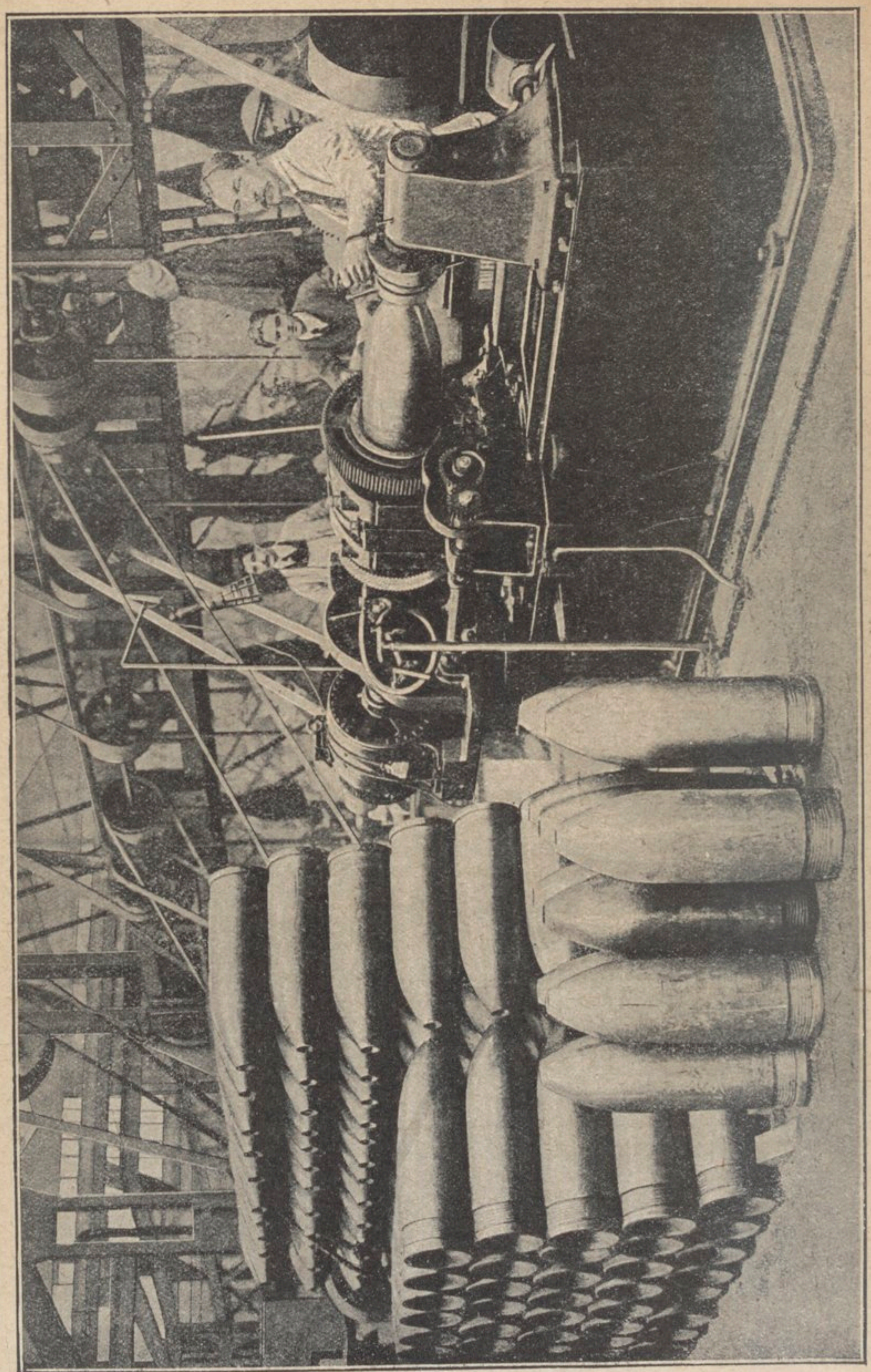
SOMMAIRE

Tome XI.

(DÉCEMBRE 1916 ET JANVIER 1917)

L'effort grandiose de l'Angleterre et de ses colonies	Raoul Péret Ancien ministre du Commerce.	3
Les transformations successives des zeppelins	Louis Mill Capitaine aérostier.	13
On peut aujourd'hui photographier à travers les métaux	Paul Meyan	29
L'utilisation des sous-marins pour le mouillage des mines	René Brocard Breveté de l'Ecole des torpilles.	37
Il faut un imposant outillage pour fabriquer des fusils	Maurice Radiguat Ex-contrôleur d'armes.	47
La protection des canons des tourelles de cuirassés contre le tir de leurs voisins	Théodore Gallut Anc. cap. d'artillerie de Marine.	57
Les projectiles éclairants et le combat de nuit.	Clément Casciani	65
Le développement fabuleux de l'industrie automobile américaine	Mortimer-Mégret Président du Syndicat de la presse périodique automobile.	73
Nos succès sur le front occidental permettent tous les espoirs		83
Les hostilités sur le front russe		89
Les Roumains n'ont pu résister à leurs envahisseurs		91
Nouvelles victoires italiennes.		97
Progressivement, les Alliés libèrent la Serbie		99
La guerre aérienne se poursuit sans trêve ni répit.		103
Les Allemands sont battus sur mer, mais, en revanche, ils torpillent		107
Les appareils de manœuvre et de manutention à bord des navires	Jean Lorentey Cap. de la Marine marchande.	109
Le rôle des voies navigables françaises pendant la guerre	Edmond Rivolier Ingénieur des Ponts et Chaussées.	119
Le transport par chemin de fer des viandes frigorifiées	Octave Quénut Détaché au ravitaillement dans un port du Sud-Ouest.	129
Un train-exposition aux États-Unis	Charles Sallandrouze	139
Le vernissage des obus contre la rouille et la corrosion des explosifs	Morin de Villiers	143
Les machines marines à la mode ne sont pas les plus pratiques.	J.-M. Le Grandec Ancien ingénieur des Constructions navales.	147
L'aéro-torpille empennée	J.-F. Dillon	153
Les travaux de campagne des pionniers allemands	Albert Sicre Ancien professeur de fortification à l'Ecole polytechnique.	159
Les à-côtés de la science (inventions, découvertes et curiosités)	André Crober	177
Chronologie des faits de guerre sur tous les fronts		187

HORS TEXTE : Grande carte en couleurs de la Serbie.



LES ANGLAIS FABRIQUENT DES OBUS NON SEULEMENT POUR EUX-MÊMES, MAIS ENCORE POUR LA PLUPART DES ARMÉES ALLIÉES

BIBLIOTHÈQUE DE LA GUERRE MUSÉE

LA SCIENCE ET LA VIE

MAGAZINE DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

Rédigé et illustré pour être compris de tous

Paraît chaque mois — Abonnements : France 12 fr., Étranger 20 fr.

Rédaction, Administration et Publicité : 18, rue d'Enghien, PARIS - Téléphone : Bergère 43-16

Tome XI — Décembre 1916-Janvier 1917 — Numéro 30

L'EFFORT GRANDIOSE DE L'ANGLETERRE ET DE SES COLONIES

Par Raoul PÉRET

ANCIEN MINISTRE, RAPPORTEUR GÉNÉRAL DU BUDGET A LA CHAMBRE DES DÉPUTÉS

A ceux qui s'étonnent que les puissances de l'Entente n'aient pas encore triomphé des empires du Centre et qui, volontiers, leur reprocheraient de n'avoir pas, dès le premier jour, refoulé les armées austro-allemandes, il est bon de rappeler brièvement les conditions dans lesquelles les Alliés ont dû entrer en guerre.

En face d'une Allemagne qui, depuis quarante ans, s'organisait militairement pour la conquête de nouveaux territoires, les peuples qui sont aujourd'hui ligués contre elle, ne voulant pas croire à une agression prochaine, avaient négligé de faire l'effort correspondant. La France, elle-même, exposée cependant à recevoir le premier choc, si elle possédait une armée prête à entrer en ligne, ne disposait pas d'un matériel de guerre suffisant pour lutter contre la formidable artillerie lourde que ses ennemis mirent immédiatement en action. La Russie, surprise par les événements balkaniques de juillet 1914, qui se déroulèrent avec une rapidité foudroyante, en pleine transformation militaire, n'avait pas, comme l'Allemagne, un réseau de voies ferrées qui lui permît de mobiliser en quelques jours. Mais des quatre nations que celle-ci trouva immédiatement devant elle, résolues à lui barrer la route, la moins préparée à la guerre était assurément l'Angleterre. Et pourtant, le gouvernement britannique, aussitôt qu'il apprit que les troupes germaniques allaient envahir la Belgique, adressa, le premier, un ultimatum et protesta « contre cette violation d'un traité que l'Allemagne a signé en commun avec d'autres puissances ». A la Chambre des Communes, le 8 août 1914, M. Asquith déclarait que son pays se serait couvert de déshonneur s'il s'était associé à une pareille violation. L'Angleterre se rangea donc sans hésiter à nos côtés. De quelle force disposait-elle à ce moment? D'une poignée d'hommes, on peut le dire, si nous comparons sa petite armée aux effectifs de plusieurs millions de soldats qui, depuis, ont combattu sur nos frontières ; le maréchal French débarqua en France avec un corps expéditionnaire à peine supérieur à 160.000 hommes !

M. RAOUL PÉRET

C'était le premier acte d'exécution du pacte loyal et infrangible qui unissait la Grande-Bretagne à la France et à la Russie, le point de départ d'un formidable effort qui se poursuit encore et qui durera autant que la guerre elle-même.

Mais le problème qui consistait à armer des millions d'hommes, à les équiper, à leur fournir les vivres, les canons et les munitions nécessaires, était redoutable pour l'Angleterre. Il fallait amener le peuple anglais, qui avait jusque là vécu dans la croyance que son territoire était inviolable et que cette croyance avait conduit à un pacifisme intransigeant, à sacrifier du jour au lendemain des habitudes séculaires. Lui proposer le service militaire obligatoire et en réclamer l'application immédiate eût été impossible. Personne, au delà du détroit, ne se sentit l'autorité ni l'énergie nécessaires pour accomplir à cet égard une révolution. On procéda avec ménagement, et on commença, sous l'impulsion de lord Derby, par développer le système du recrutement volontaire qui devait fournir les premières troupes importantes réclamées par le généralissime français pour garnir une partie de notre front.

L'expérience de ce procédé ne tarda pas à montrer l'insuffisance de ses résultats et, au bout de quelques mois, il devint nécessaire de décréter le service obligatoire, sous peine de voir compromise la relève régulière des divisions échelonnées de l'Yser à la Somme.

Ce fut un succès considérable remporté par ceux qui avaient accepté la lourde tâche de donner à l'Angleterre une armée à l'image de la nôtre. Mais, pour qu'il fût complet, il restait à inculquer une instruction militaire à la fois sérieuse et rapide aux nouvelles recrues.

Des camps et des écoles d'instruction s'ouvrirent sur tout le territoire, pour les hommes et aussi pour les officiers, car le problème de l'encadrement solide des recrues était peut-être le plus complexe de tous ceux qui s'offraient à l'indomptable énergie de lord Kitchener. Cependant, quand un épouvantable sinistre fit disparaître si brutalement l'homme qui n'avait pas craint d'assumer la plus lourde responsabilité qui ait peut être jamais pesé sur des épaules anglaises, le problème de la formation et de l'instruction des cadres était résolu ; les troupes qui progressent actuellement vers Lens et Bapaume ont des chefs dignes d'elles.

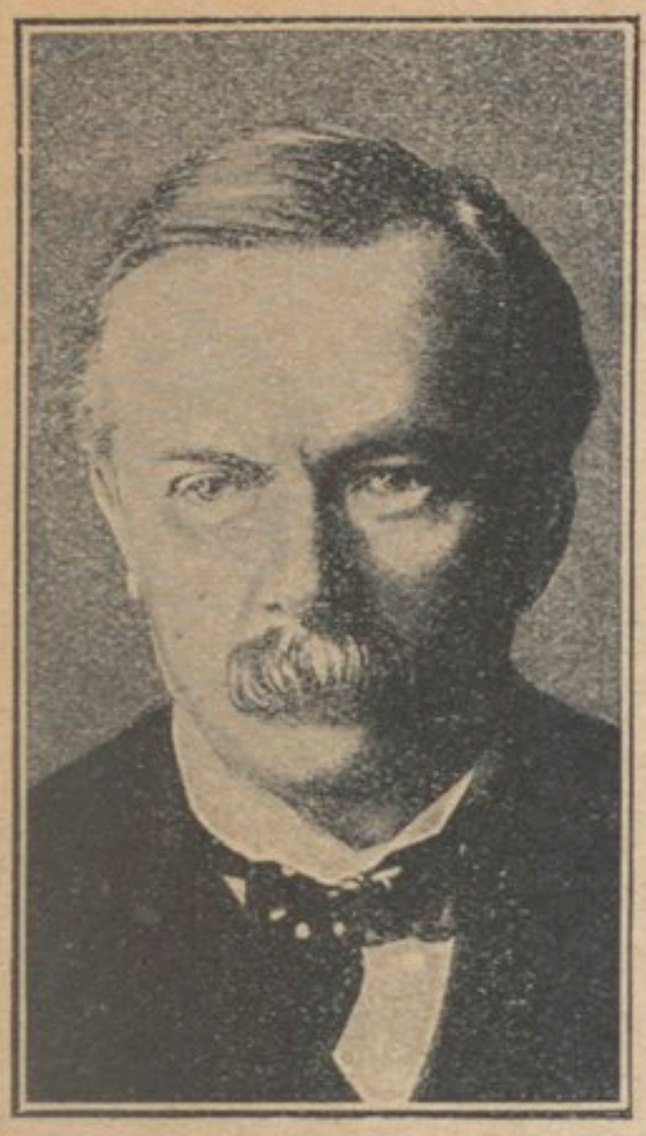
SIR SAM HUGHES

Ancien ministre de la milice du Canada, Dominion qui a fourni à l'Angleterre plus de 300.000 hommes de troupes.

Que dire de l'élan magnifique qui a galvanisé les Colonies et les Dominions britanniques répandus sur toute la surface du globe? L'aide puissante et spontanée fournie avec enthousiasme par les Indes, le Canada, la Nouvelle-Zélande, l'Australie et par tant d'autres peuples accourus au secours de la mère-patrie, a permis au gouvernement anglais d'organiser avec calme les armées nationales. Les troupes des colonies se sont couvertes de gloire aussi bien sur le front occidental qu'aux Dardanelles, en Egypte et en Mésopotamie, car leur habitude des climats extrêmes et le besoin d'une nourriture appropriée à leur origine les rendaient plus utiles sur ces champs de bataille éloignés que sous nos latitudes, beaucoup trop tempérées pour elles.

A côté du problème de la conscription, se dressaient, tout aussi compliqués, ceux de l'armement et de la préparation des munitions, qui devaient aboutir à l'organisation d'usines métallurgiques de guerre capables de fonctionner sans arrêt, jour et nuit, sans qu'une seule défaillance pût se produire dans leur débit qui devait, au contraire, augmenter, se multiplier dans une proportion rapidement croissante.

Au premier août 1914, l'Angleterre possédait pour les besoins de son armée et de sa marine quelques arsenaux, certes puissamment outillés, mais dont la faculté de production n'avait aucun rapport avec les efforts qu'on allait leur demander. Quelques usines privées s'étaient également acquis, dans l'étude et dans la construction du matériel d'artillerie et



M. LLOYD GEORGE

Premier ministre des Munitions du Royaume-Uni, aujourd'hui chef du Cabinet.

des munitions, une réputation qui leur avait assuré une clientèle étrangère très fidèle mais dont les besoins espacés sur des laps de temps de longue durée, étaient loin d'exiger une rapidité démesurée dans l'exécution.

Pour fournir aux armées Kitchener les fusils, les canons et les obus nécessaires, tout était pour ainsi dire à créer et cela dans des conditions d'autant plus difficiles que, par l'effet même de la conscription, l'effectif des travailleurs industriels avait rapidement diminué dans des proportions considérables. Cependant, bien que trois millions d'hommes aient quitté les établissements de l'industrie anglaise pour s'enrôler, le nombre des ouvriers actuellement occupés dans les usines de munitions a presque doublé pendant les deux premières années de la guerre, puisqu'il est passé de 1.986.000 en 1914 à environ 3.500.000 en 1916. L'œuvre à accomplir parut tellement formidable au puissant organisateur qu'était lord Kitchener qu'il n'hésita pas à se dessaisir du département des Munitions. Cet important service put ainsi être confié à un autre homme de génie. En effet, David Lloyd George devait s'illustrer dans ses nouvelles fonctions, comme dans toutes celles où il avait eu auparavant à faire montre des brillantes qualités qui en font un des plus remarquables serviteurs de son pays.

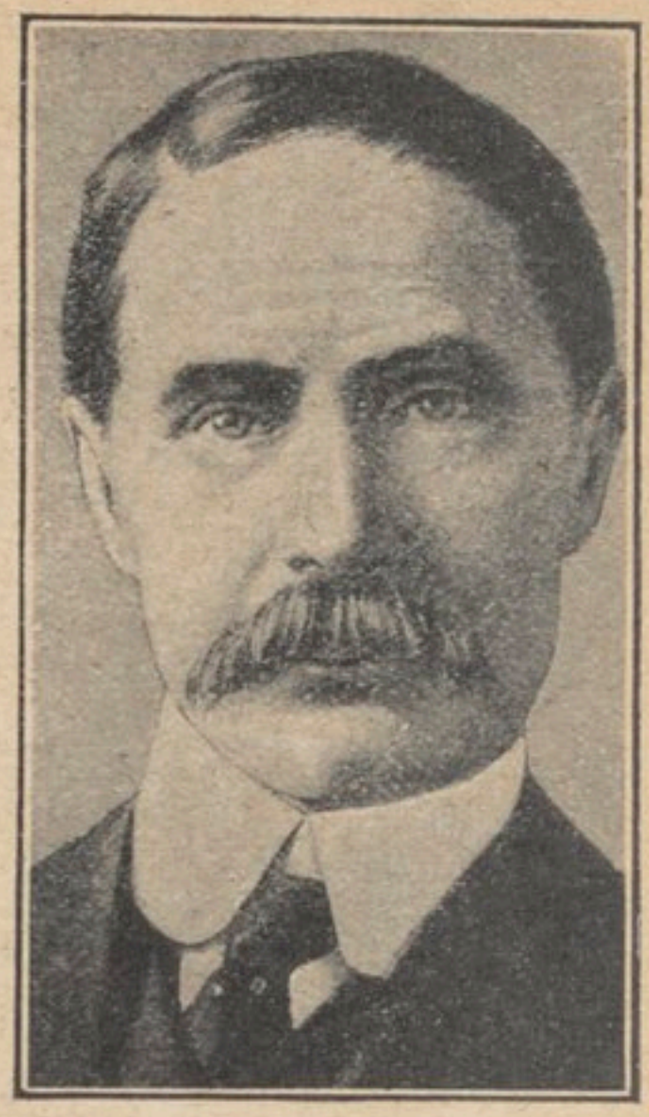
L'effort fourni par les manufactures gouvernementales et privées de l'Angleterre, sous l'énergique impulsion de Lloyd George, a été immense. Le problème qui se posait était le même que celui qu'avait résolu lord Kitchener au point de vue purement militaire. Il s'agissait de réunir des effectifs suffisants de travailleurs habiles, de leur fournir des outils, après avoir édifié les ateliers où on les conviait à déployer leur maximum d'énergie pour l'armement des troupes britanniques sur le continent.

LORD DERBY

Ministre de la Guerre.

Le vibrant appel de Lloyd George fut entendu dans tous les comités du Royaume-Uni. Des milliers de personnes des deux sexes et de tous les âges, appartenant à toutes les conditions sociales, sans distinction d'opinions politiques ou religieuses, se présentèrent en rangs pressés aux portes des usines où le grand ministre les appelait pour collaborer à la défense du Droit et au gain final de l'immense bataille engagée contre l'ennemi de la civilisation.

Des avocats, des bijoutiers, des professeurs subirent l'apprentissage nécessaire pour devenir rapidement d'habiles tourneurs et d'experts conducteurs de machines-outils,



M. BONAR LAW

Chancelier de l'Échiquier et membre du Comité de guerre britannique.

L'UN DES CAMPS D'INSTRUCTION OU SONT EXERCÉES LES RECRUES ANGLAISES

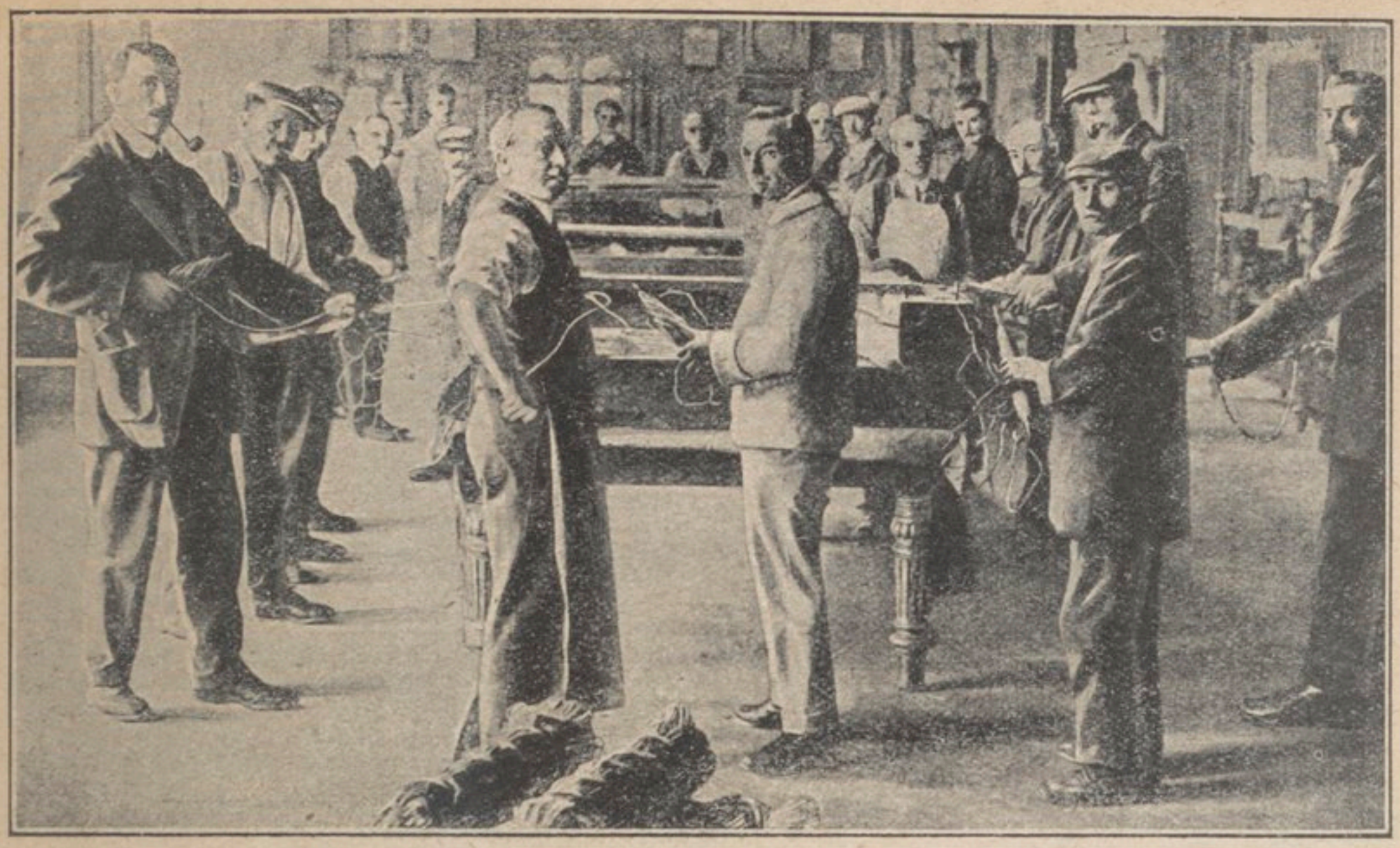
Ces camps sont admirablement aménagés, et l'on s'y attache surtout à enseigner aux futurs combattants la pratique de la guerre, telle qu'elle se fait actuellement.

L'introduction en grand nombre des femmes dans les usines de guerre a permis de pallier dans une large mesure au manque d'ouvriers qui s'est fait sentir dès la mise en pratique du système d'enrôlement volontaire de lord Derby et, plus encore, après l'adoption du service obligatoire. Actuellement, les femmes sont employées à plus de cinq cents besognes différentes dont plus des deux tiers n'avaient jamais été accomplies, jusqu'à l'an dernier, que par des hommes.

Le but visé par l'Angleterre dans l'organisation de ses usines de guerre comprenait le plus vaste programme que l'on eût jamais envisagé en pareille matière. Il s'agissait de fournir du matériel et des munitions non seulement aux armées britanniques, mais aux sept puissances qui combattent en Europe à leurs côtés pour le triomple de la justice, à savoir : la France, la Russie, l'Italie, la Belgique, le Portugal, la Serbie et la Roumanie. L'ensemble des armées alliées pouvant être évalué à plus de quinze millions d'hommes, on s'explique pourquoi les trois grands arsenaux qui travaillaient autrefois pour l'armement de la *petite armée britannique* ont été renforcés par l'adjonction de quatre-vingt-douze établissements semblables qui fabriquent nuit et jour des canons et des obus destinés à tous les fronts. Comme l'on prévoyait que ces moyens de production officiels pouvaient, malgré tout, rester insuffisants, plus de quatre mille manufactures, placées sous le contrôle du gouvernement, aidèrent les arsenaux à fabriquer l'immense matériel de guerre que consomment l'Angleterre et ses alliés. Certaines de ces manufactures couvrent des espaces tellement immenses que l'on a de la peine à se faire une idée de leur étendue, car l'une d'elles occupe un terrain qui a quatorze kilomètres et demi de longueur sur cinq ou six kilomètres de largeur.

Toutes les bonnes volontés ont été admises, et les établissements les plus divers de constructions mécaniques et autres ont été inscrits sur la liste des usines contrôlées pour la confection de certaines parties d'obus, de bombes, de grenades ou de fusées. Cette largeur de vues a conduit à faire fabriquer des munitions de toutes sortes par des ateliers dont la destination antérieure n'avait aucun rapport avec ce genre de travail.

C'est ainsi que des obus excellents sont usinés journellement en énormes quantités par des confiseurs ou par des fabri-



LA GUERRE A IMPOSÉ AUX CLUBMEN DU ROYAUME-UNI DES OCCUPATIONS NOUVELLES

La scène que représente cette photo se passe dans un cercle de Londres, où des gentlemen confectionnent des filets destinés à emporter la ration de foin des chevaux.

cants de porcelaine, voire par des brasseurs, des ébénistes ou des loueurs de voitures, au moyen de machines quelquefois bizarres et en appliquant des méthodes qu'aucun expert métallurgiste ou mécanicien n'oserait conseiller à l'un de ses clients sans crainte d'être taxé d'incompétence et même de folie.

Les résultats pratiques d'une pareille organisation n'ont pas tardé à se faire sentir sur les champs de bataille, où l'effroi semé par une pluie serrée et prolongée de projectiles de tous calibres cloue l'ennemi dans ses tranchées mort ou vif et permet à l'infanterie britannique d'avancer sans trop de pertes pour enlever des positions dont l'assaut eût coûté autrefois, inutilement, des milliers d'hommes. On l'a bien vu dans la Somme.

La méthode rigoureuse et impeccable apportée dans le fonctionnement des usines de guerre du gouvernement anglais peut être considérée comme la base principale de cette brillante réussite.

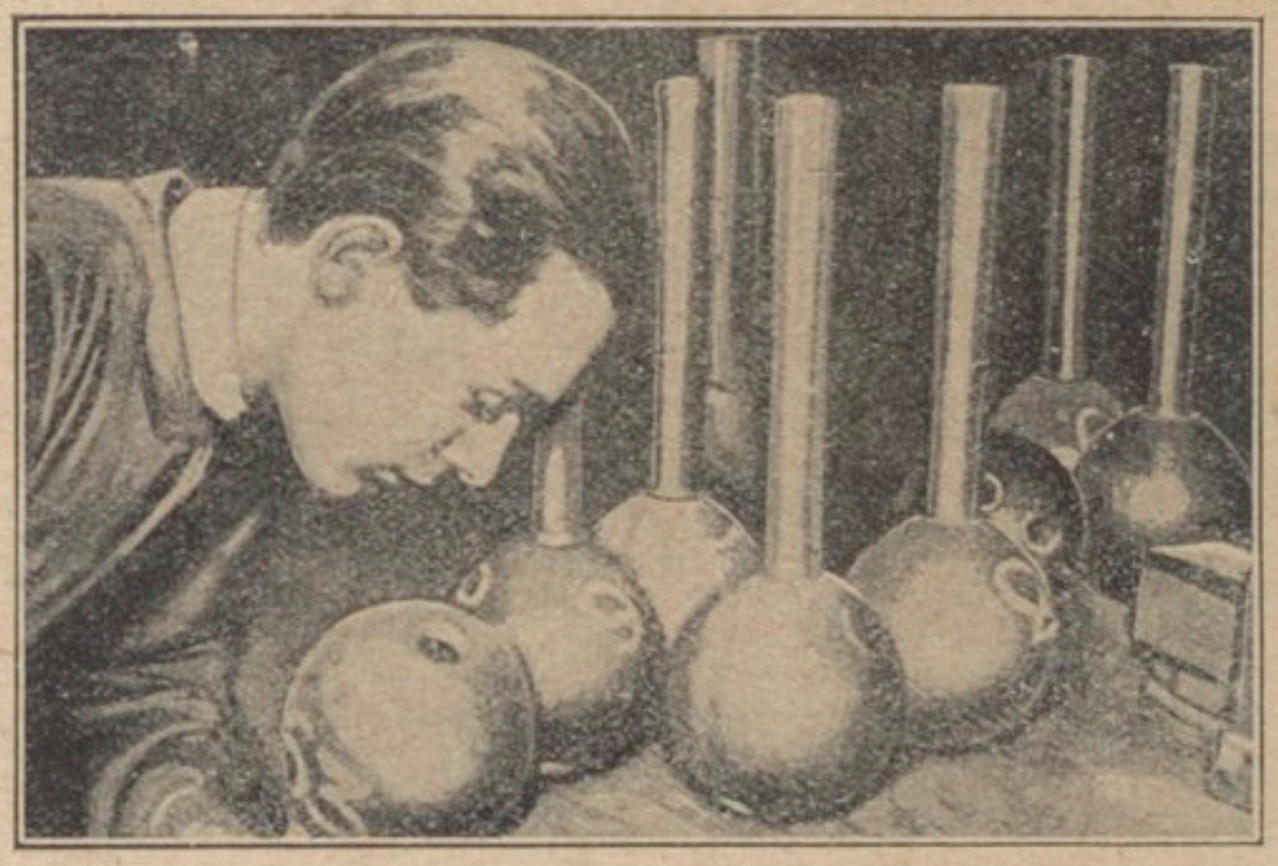
Le rendement actuel en obus vides des usines nationales, par rapport à la production de septembre 1914, est approximativement 170 fois supérieur en ce qui concerne les projectiles de l'artillerie de campagne, et 270 fois plus élevé pour les gros calibres ; en un mot, si l'on considère la production totale de l'année 1914-1915 en obus de tous calibres, il ne faudrait aujourd'hui que trois semaines pour fabriquer la quantité correspondante d'obus pour les pièces de campagne, et quinze jours seulement suffiraient pour reconstituer les approvisionnements des obusiers. Enfin, en quatre jours, on usinerait entièrement autant de projectiles de gros calibres que pendant toute l'année 1914-1915.

Le nombre des pièces légères accompagnant les divisions d'infanterie a été augmenté dans une large mesure, et l'artillerie lourde, considérée autrefois comme un accessoire, est devenue un auxiliaire de premier plan pour la préparation du combat et pour le soutien efficace de l'infanterie. Aussi la construction des canons de campagne et des obusiers a-t-elle été intensifiée de telle manière que l'Angleterre peut en approvisionner largement ses propres troupes, tout en cédant aux armées alliées une quantité considérable de pièces qui leur sont indispensables pour la constitution et l'entretien de plusieurs milliers de batteries. Au début de la campagne actuelle, les mitrailleuses étaient en nombre

infime sur les crêtes des tranchées alliées. Aujourd'hui les troupes anglaises en possèdent certainement autant et peut-être davantage que l'ennemi.

La fabrication si délicate des fusils est peut-être l'un des points les plus complexes à résoudre dans la constitution d'une armée, et un effort gigantesque a dû être fait à ce sujet pour armer les masses de recrues de la Grande-Bretagne et de ses colonies, ainsi que celles de l'immense empire russe. En Angleterre, cette fabrication est poursuivie et dirigée par la Manufacture Royale d'Enfield, qui a été chargée d'aider de ses conseils les fabriques privées d'armes portatives et de coordonner leurs travaux. Certaines fournitures spéciales d'accessoires et de matières premières ont été l'objet d'une organisation particulière.

C'est ainsi qu'il a fallu intensifier et régulariser la métallurgie du laiton et du cupro-nickel dont on n'a, en effet, jamais manqué.



ICI C'EST UN ÉTUDIANT DE L'UNIVERSITÉ D'OXFORD QUI PROCÈDE AU FINISSAGE DE PROJECTILES DE TRANCHÉES

La consommation extrêmement élevée des explosifs de toutes variétés a fait naître également des problèmes très compliqués qui ont été complètement résolus, car la production actuelle fournit de 11.000 à 12.000 fois plus de poudres diverses que ne pouvaient en livrer les manufactures anglaises au début de la guerre. En effet, le Royaume-Uni a mis en service, non seulement des milliers de pièces de campagne et d'artillerie lourde, mais aussi de très nombreux mortiers de tranchées de tous calibres, dont le War Office a dû également assurer le ravitaillement en projectiles.

Les termes de la Déclaration de Londres ayant été modifiés en ce qui concerne le coton, qui fut déclaré contrebande de guerre dans le courant de l'année 1915, l'ennemi a été gêné dans ses fabrications d'explosifs alors que l'Angleterre pouvait augmenter incommensurablement les siennes; à l'heure actuelle, elles atteignent un tonnage vraiment fantastique.

En résumé, la Grande-Bretagne construit assez de canons pour céder à ses alliés un tiers de sa production. Elle leur vend aussi les métaux, la houille et les machines-outils dont ils ont besoin pour le fonctionnement de leurs usines de guerre, et cela à des prix qui leur permettent de réaliser sur leurs dépenses primitives d'importantes économies.

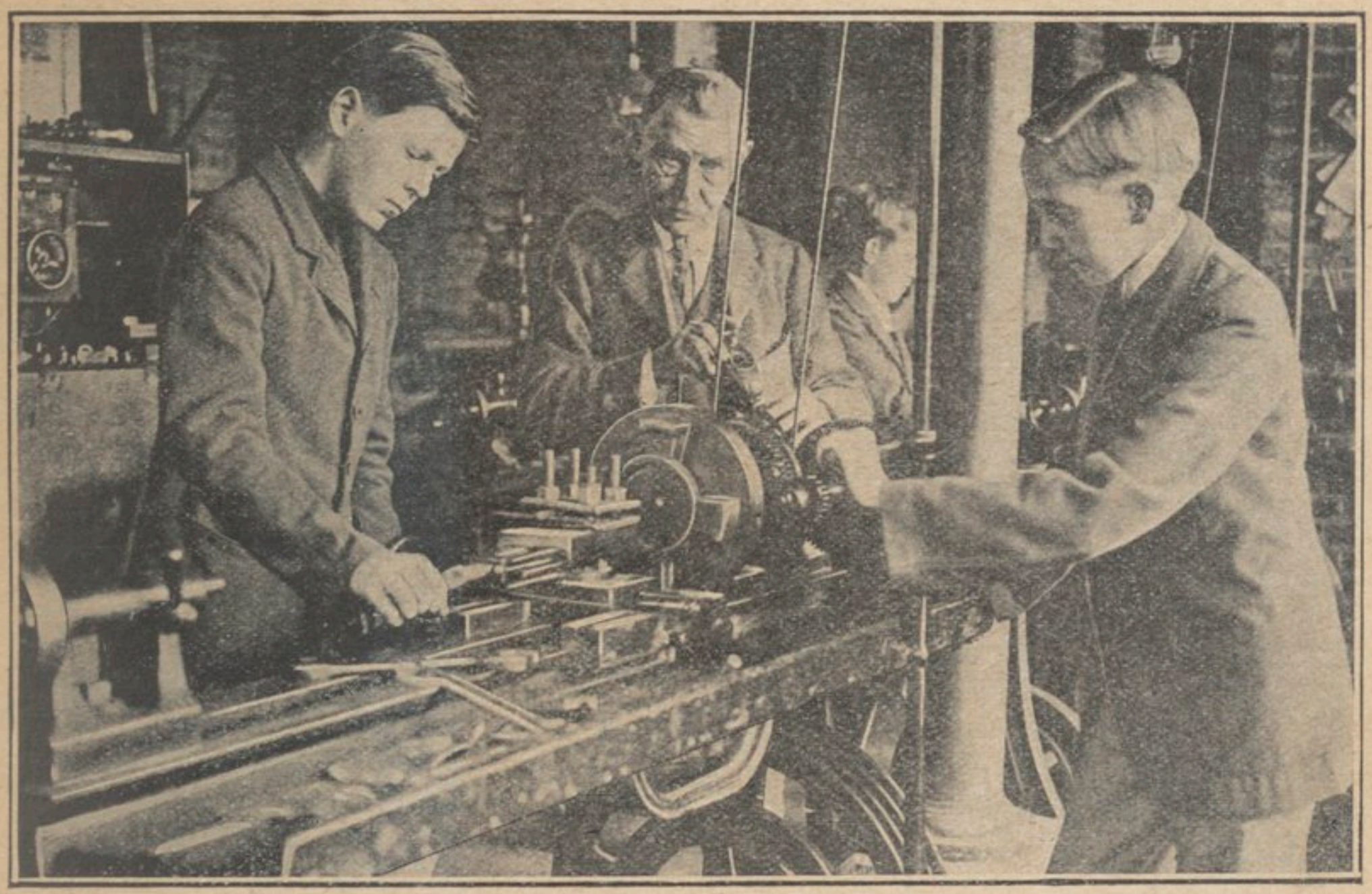
Les experts militaires et civils ont rivalisé de zèle et d'ingéniosité au cours des études techniques nécessitées par l'établissement de nombreuses pièces nouvelles d'artillerie dont la réalisation pratique a donné des résultats excellents au double point de vue de leur justesse de tir et de leur résistance à l'usure. L'artillerie anglaise n'a, d'ailleurs, subi que des pertes relativement minimes sur les champs de bataille, et son entretien a pu être largement assuré par l'organisation, dans le voisinage du front, d'ateliers admirablement outillés.

L'efficacité du tir a été augmentée dans des conditions remarquables grâce à l'aide mutuelle que se prêtent les batteries de divers calibres ; les pièces bien placées et défilées avec soin bouleversent rapidement les organisations ennemies. L'introduction des tirs dits de barrage et de préparation constitue un élément certain de protection de l'infanterie, tant pour l'attaque que pour la défense, et les pertes en hommes ont pu être ainsi diminuées d'une manière très sensible, bien que les résultats obtenus soient plus importants aujourd'hui que ceux du début.

Le développement des services automobiles militaires et l'organisation de l'aviation ont exigé de la part des services centraux une grande somme de travail. Les besoins des convois de ravitaillement et des formations sanitaires,

ainsi que la nécessité de défendre le sol national contre les zeppelins et les aéroplanes, tout en effectuant de nombreux vols aériens pour le réglage des tirs, la reconnaissance des champs de bataille, le bombardement des positions fortifiées ou des usines ennemies, rendaient indispensable la création de puissants ateliers capables de livrer journellement assez de camions et d'avions pour l'accomplissement de ce vaste programme.

Pour donner une idée de l'infinité des



LA, CE SONT DES COLLÉGIENS QUI APPRENNENT A TOURNER DES FUSÉES D'OBUS

détails que comporte l'organisation de tout un pays en vue des fabrications de guerre, nous signalerons que le nombre des agents de contrôle rattachés au département des Munitions a passé, pendant le second trimestre de 1916, de 19.000 à 30.000, dont plus de 14.000 femmes.

La tâche considérable qui s'offrait à la marine britannique dès le 1er août 1914 impliquait des efforts multiples et prolongés dont quelques-uns ne cesseront qu'avec la guerre elle-même.

Le plus urgent des soucis de l'Amirauté fut de protéger les côtes de France contre l'attaque préparée par la flotte de l'amiral Ingenohl, qu'une forte escadre anglaise, postée en vue du littoral belge, contraignit, par sa seule présence, à regagner Cuxhaven sans tenter le bombardement ni la prise de Brest, objectif, avoué depuis, de l'entreprise navale allemande

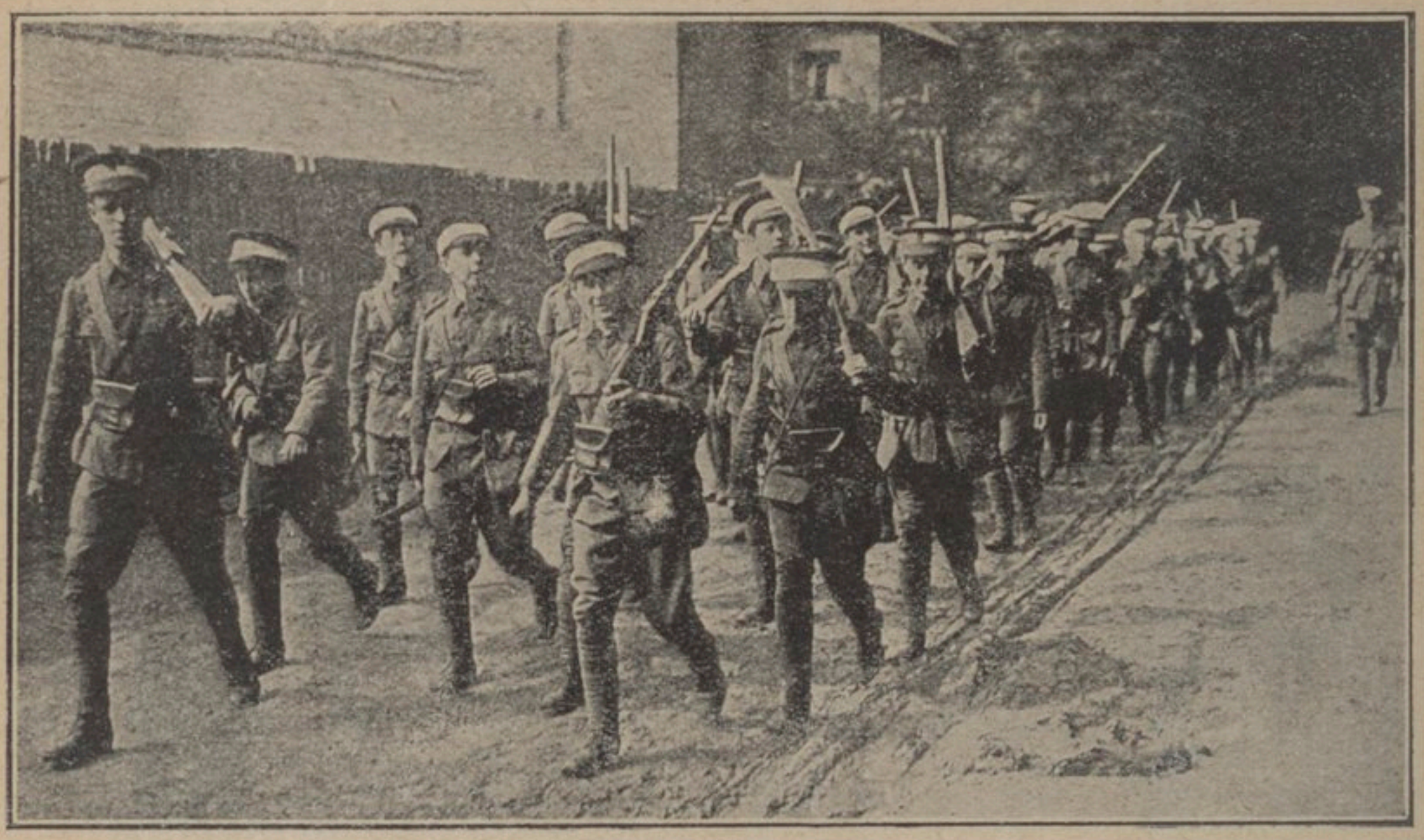
Le 4 août 1914, la guerre fut déclarée par l'Angleterre, et alors commencèrent les longues croisières destinées à purger les mers du globe des corsaires allemands. Surprise à Coronel, la flotte anglaise prit vite sa revanche aux îles Falkland, le 8 décembre 1914, en détruisant la division de l'amiral von Spee. Peu à peu, les derniers croiseurs germaniques furent coulés, comme l'*Emden* et le *Dresden*, ou obligés de désarmer dans des ports neutres, comme le *Kronprinz-Wilhelm*.

La guerre de course était donc finie, et l'Allemagne tenta inutilement de la renouveler au moyen de navires de commerce armés en corsaires, tels que la *Moewe*, qui furent bientôt détruits par une escadre volante anglo-française.

L'attaque des Dardanelles fut un héroïque épisode pour les marines alliées, qui perdirent devant Gallipoli quelques anciennes unités et qui eurent à déployer une activité surhumaine lors de la mise à terre et du réembarquement du corps expéditionnaire. Le transport des troupes

d'Egypte et le convoyage des munitions destinées aux divisions qui combattaient dans la presqu'île furent aussi l'occasion d'un surmenage prolongé pour les services de patrouille des flottes.

Les dépenses de la marine anglaise se montent actuellement à plus de 15 millions par jour et quinze gros cuirassés neufs ont rejoint la grande flotte de l'amiral Jellicoë. On a construit des monitors armés de puissants canons pour la guerre de côtes, de nombreux destroyers, des submersibles de tous tonnages et plus de 2.500 petits navires destinés à la chasse des sous-marins ennemis.



ÉLÈVES DU COLLÈGE ROYAL D'ETON FAISANT LEUR APPRENTISSAGE MILITAIRE

La marine anglaise dispose aujourd'hui d'environ 1.100.000 hommes, comprenant 320.000 marins, 85.000 ouvriers d'arsenaux et 700.000 travailleurs civils occupés, dans les chantiers privés, à la construction ou à la réparation des navires, ainsi qu'à la fabrication des munitions pour l'artillerie navale.

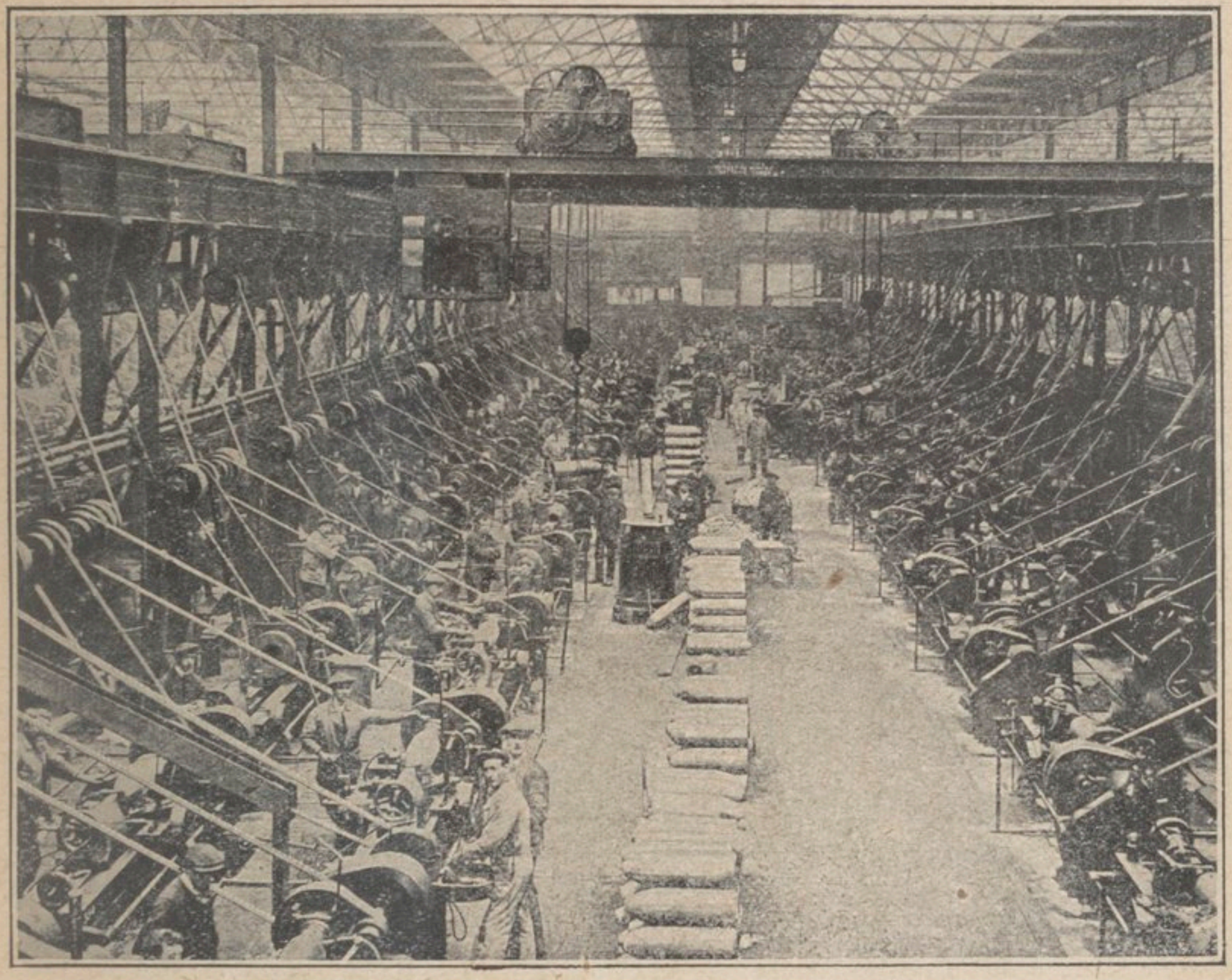
Sans distraire un seul bâtiment de la grande flotte de combat, on a pu assurer le service de garde d'une étendue de côtes évaluée à 5.000 milles, depuis Arkhangel jusqu'à Alexandrie, tout en réussissant à transporter sans encombre 4 millions de soldats, 1 million de chevaux ou mulets, 2.500.000 tonnes de matériel diver; et 90.000 tonnes de pétrole.

Pendant ce temps, 800 chalutiers, montés par 12.000 marins, draguent les mines flottantes semées par les Allemands dans la mer du Nord et accomplissent sans relâche leur périlleuse, mais efficace besogne de protection.

Malgré leur activité, les sous-marins ennemis n'ont coulé qu'un nombre de navires représentant 5 % du tonnage des flottes commerciales alliées, et l'Angleterre a pu consacrer 500 vapeurs au ravitaillement exclusif de la France, de l'Italie et de la Russie, bien que 43 % de ses navires marchands eussent été réquisitionnés pour son propre service. D'ailleurs, les chantiers de la Clyde, ainsi que les autres chantiers navals anglais ont construit, depuis le début des hostilités, plus de 1.500.000 tonnes de bateaux de commerce. Ainsi furent contrebalancées presque complètement les pertes dues à la guerre sous-marine, qui se réduisent finalement à environ 2,5 %.

Nous arrivons aux deux tâches considérées par le public comme les plus importantes de toutes celles qui ont été dévolues aux marines alliées, peut-être parce qu'elles donnent les résultats les plus évidents et les plus tangibles, à savoir : tenir en respect la flotte de combat allemande et exercer autour des côtes de l'ennemi un blocus maritime rigoureux.

A part quelques sorties, qui ont toujours échoué, les amiraux de Guillaume II n'ont tenté aucune grande opération navale. Ils sont, en effet, convaincus à l'avance du danger qu'il y aurait pour l'Allemagne à risquer dans une bataille rangée, dont l'issue leur paraît tout au moins douteuse, un matériel et un personnel qui ne pourraient être remplacés



LE HALL DES TOURS DANS UNE GRANDE FABRIQUE ANGLAISE DE MUNITIONS

qu'au prix de plusieurs années de travail. La grande flotte anglaise poursuit donc silencieusement, mais avec succès, son double but : empêcher l'ennemi de quitter ses bases territoriales et épier ses tentatives de sortie pour les faire échouer en l'attaquant au moment favorable.

L'organisation du blocus qui, d'après les conventions internationales, doit être effectif pour être considéré comme valable, a également exigé un grand effort. Peu à peu, les conditions d'entretien de ce blocus se sont améliorées, parce que les croiseurs britanniques, d'abord employés à la poursuite des corsaires ennemis, ont pu être enfin affectés au service de garde après l'accomplissement définitif de leur première tâche. Mais, d'autre part, un certain nombre de navires allemands étaient passés sous des tiers pavillons et renforçaient ainsi l'effectif des marines commerciales neutres qui ravitaillaient l'Allemagne avec l'assentiment déguisé de leurs gouvernements.

La réalisation d'un blocus efficace constituait donc une difficulté matérielle et morale très grande, tant à cause du nombre des patrouilleurs ainsi immobilisés qu'en raison des questions de jurisprudence internationale que soulève à tout moment l'exercice même strict et légal du droit de visite. D'autre part, il importait de ne pas blesser inutilement certaines puissances neutres, ce qui eût risqué de les amener à adopter la thèse de l'Allemagne en matière de blocus.

L'énumération des nombreux services ainsi rendus par les marines alliées à la cause du Droit, avec un courage et une

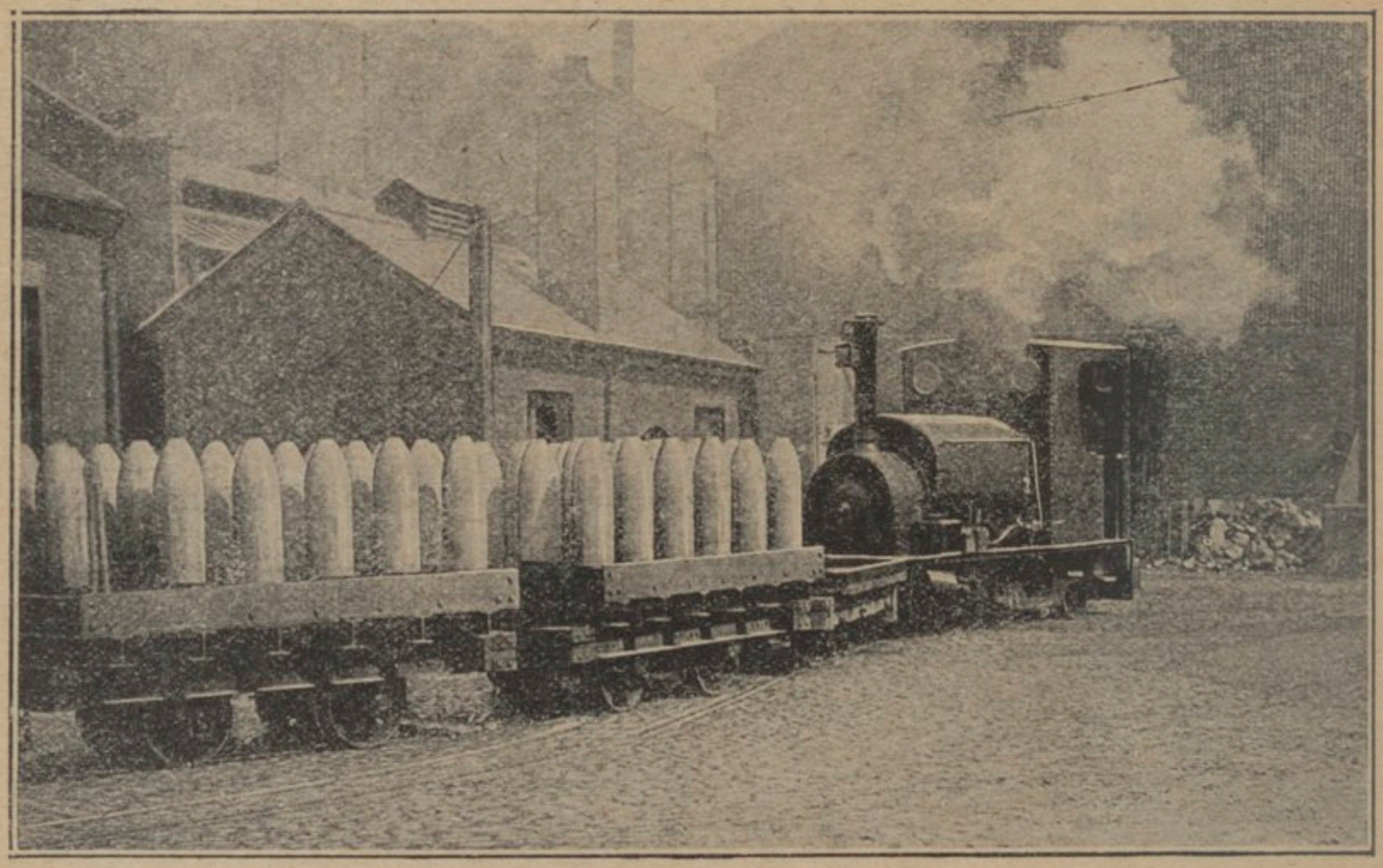
abnégation soutenus, ne saurait être faite trop souvent ni avec trop de détails. En effet, le public, que l'on maintient par nécessité dans une ignorance partielle des actes héroïques accomplis journellement sur mer pour la défense de la Patrie, a tendance à croire que le rôle de la marine n'a, au point de vue de l'issue finale de la guerre, qu'une importance secondaire; cette erreur doit être dissipée.

Pour subvenir efficacement aux besoins des armées et des flottes nationales, tout en venant en aide aux puissances que leur situation pouvait empêcher de prendre part à la guerre dans le camp des Alliés, la Grande-Bretagne a dû faire l'effort financier le plus formidable qu'un pays ait jamais eu à envisager et à soutenir.

A la date du 31 mars 1917, le montant de la dette consolidée de l'Angleterre sera passé de 16 à 86 milliards, dont une vingtaine de milliards sont représentés par des engagements à court terme.

Le taux des impositions actuellement supportées par le contribuable anglais constitue une charge telle qu'aucun proconsul romain n'eût jamais osé en concevoir de pareille. Pour l'exercice en cours, 1916-1917, nos amis d'outre-Manche verseront 1 milliard 750 millions de francs d'impôts indirects, 4 milliards 300 millions provenant de l'impôt sur le revenu, et 2 milliards 150 millions représentant la part réclamée par l'Etat sur les bénéfices de guerre, soit en tout la somme énorme de 8 milliards 200 millions.

La taxe sur le revenu, ou *income-tax*, a été *quintuplée* et le contribuable verse dans les caisses publiques une quote-part qui atteint de 10 à 40 % de son gain annuel, quelle qu'en soit la provenance. Il faut noter que l'Angleterre a mis plus de 20 milliards à la disposition des autres puissances alliées pour l'équipement de leurs forces continentales et maritimes.



TRANSPORT D'OBUS DE GROS CALIBRE SUR UNE LIGNE DE RACCORDEMENT

Dans notre désir de voir la fin rapide du conflit sanglant qui bouleverse le monde, nous avons, parfois, témoigné quelque impatience à l'égard de notre grande Alliée, oubliant qu'elle n'était pas une puissance militaire et qu'elle avait tout à faire pour le devenir.

Soyons justes et reconnaissons le chemin qu'elle a parcouru. Si nous en pouvions douter, il nous suffirait d'entendre les cris de rage que pousse l'Allemagne en voyant le Royaume-Uni, dédaigneux de ses menaces, augmenter chaque jour sa force offensive, avec l'implacable volonté de lutter jusqu'à ce que notre ennemie commune soit abattue.

Raoul PÉRET.

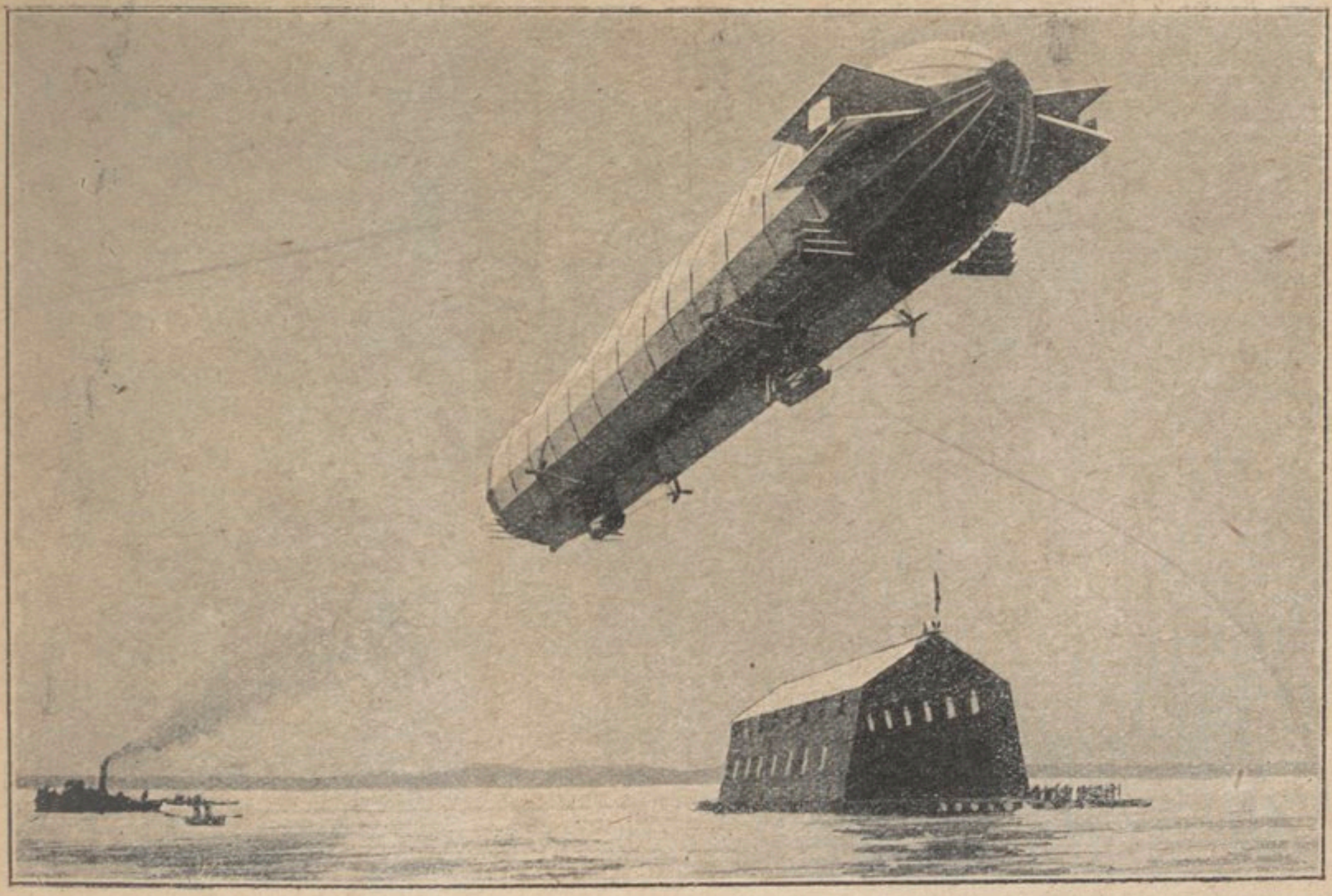
LES TRANSFORMATIONS SUCCESSIVES DES ZEPPELINS

Par le capitaine aérostier Louis MILL

La caractéristique essentielle des zeppelins, on le sait, réside dans la disposition de ballonnets souples à l'intérieur d'une carcasse métallique rigide. C'est le principe immuable de ces aéronefs. Les ballonnets sont gonflés à l'hydrogène ; la carcasse est formée par un assemblage de poutrelles en aluminium. Ces poutrelles sont très ingénieusement conçues, afin d'assurer le maximum de résistance et de rigidité pour la plus grande légèreté possible. Elles sont pratiquement indéformables. Le métal dont elles sont faites n'est pas de l'aluminium pur : c'est un alliage dans lequel l'aluminium entre pour une grande part, mais qui comprend, notamment, du magnésium destiné à lui assurer plus de résistance. Cet alliage est, en effet, très solide et léger.

Les ballons de gaz sont, généralement, au nombre de dix-huit. Les *Zeppelin-I* et *II* n'en comprenaient que dix-sept, mais à partir du *Zeppelin-III*, tous les dirigeables furent pourvus d'un compartiment supplémentaire, ce qui les allongea de 8 mètres. La carcasse des superzeppelins construits depuis la guerre renferme vingt ballons.

Chaque ballon est placé dans un compartiment séparé ; les cloisons de ces compartiments sont formées par un enchevêtrement de poutrelles et de fils métalliques, qui, en plus du logement qu'ils assurent aux ballons, ont pour but de soutenir l'immense charpente. Sans eux, cette dernière s'affaisserait par suite de sa grande longueur et de son poids. La rigidité de la carcasse a été obtenue de cette façon pour tous les



LE « ZEPPELIN-II » EN VOL AU DESSUS DU LAC DE CONSTANCE

La fragilité des premiers zeppelins ne leur permettait pas de se poser sur la terre ferme. En expérimentant ses aéronefs au-dessus de l'eau, le comte Zeppelin, outre qu'il réduisait ainsi les causes d'accidents, pouvait étudier le zeppelin de marine à une époque où aucun dirigeable n'osait encore s'aventurer sur mer.

types de zeppelins. On a bien essayé d'accroître cette rigidité au moyen d'une poutre centrale rectiligne partant de la pointe avant du dirigeable pour aboutir à la pointe arrière. Mais cette disposition n'a pu être adoptée parce qu'elle présentait trop d'inconvénients en ce qui concernait le passage de cette poutre au travers des ballons de gaz. Pour tous les dirigeables Zeppelin, la carcasse est donc formée, en quelque sorte, au moyen de grands anneaux métalliques réunis les uns aux autres par des poutrelles parallèles, disposées longitudinalement. Tout cet ensemble est sérieusement croisillonné par un réseau de tendeurs et de fils d'acier.

Le *Zeppelin-I* se présentait ainsi sous la forme d'un prisme polygonal à vingt-quatre côtés, terminé par des pointes symétriques. Depuis, la construction de la charpente n'a guère évolué, comme nous venons de le dire. Les superzeppelins sont, au point de vue de leur construction, apparemment semblables aux types réalisés au début.

Dans les premiers zeppelins, les ballons de gaz communiquaient simplement entre eux afin d'équilibrer leur pression. Les types de construction récente furent pourvus d'un ballonnet à air, qui permet de maintenir automatiquement à la pression voulue le gonflement de tous les ballons de gaz.

Chaque compartiment est garni d'un filet de ramie, de façon à mieux protéger le ballon qu'il renferme. La carcasse est recouverte d'une toile de coton très résistante et imperméable à l'eau. L'enveloppe du *Zeppelin-I* était en soie, mais dès la première sortie, la nécessité de la remplacer par une enveloppe de coton fut démontrée.

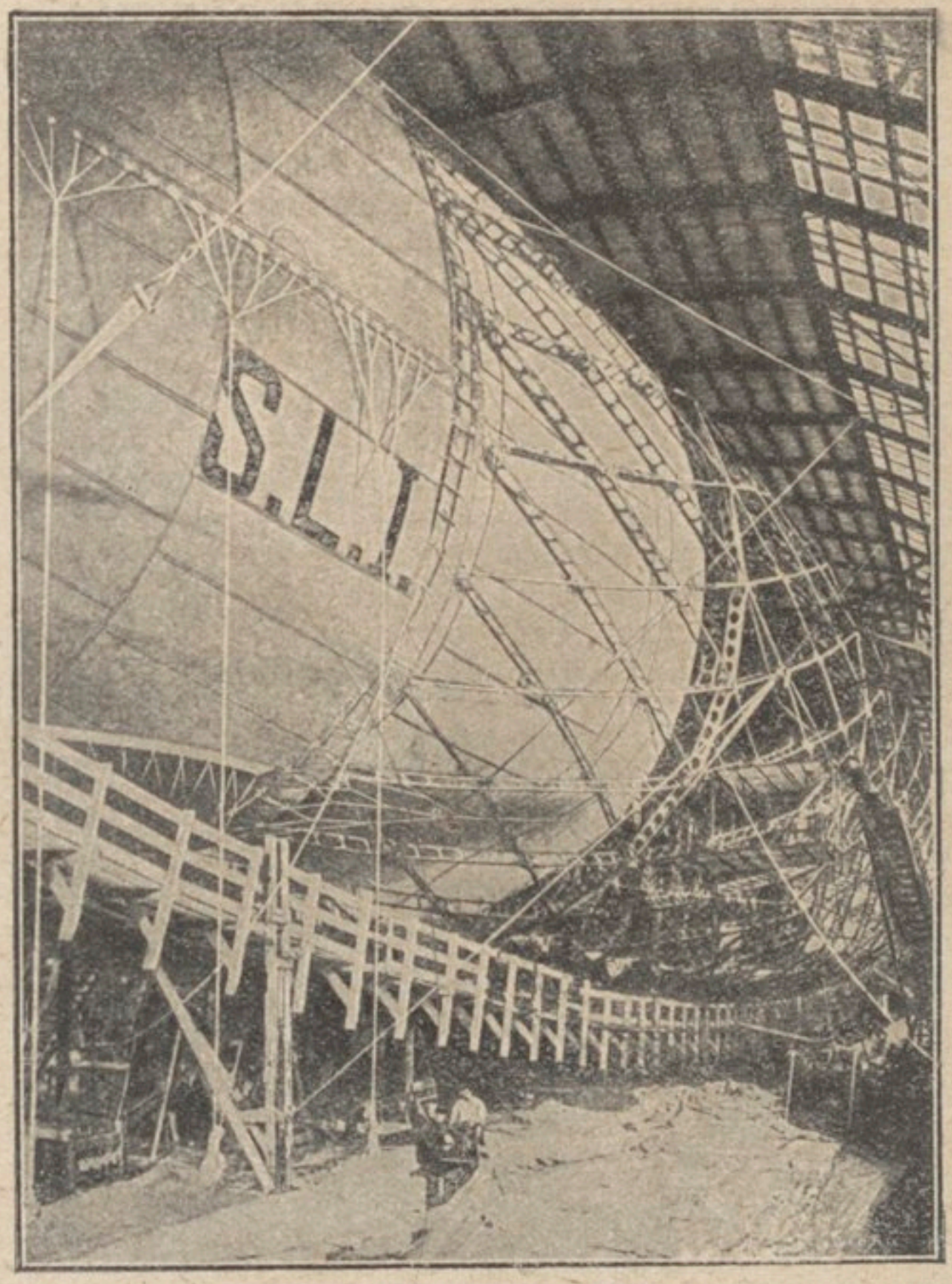
Entre chaque ballon et l'enveloppe est un certain espace rempli d'air. Cet air a un rôle assez important : étant un mauvais conducteur de la chaleur, il atténue l'effet des changements de température sur les ballons de gaz.

Une soupape est située au sommet de chaque ballon; c'est par cette soupape que s'échappe le gaz en cas de surpression.

Au cours d'une ascension, un abaissement de température ou un défaut d'étanchéité de l'enveloppe peut amener une diminution de volume des ballons. Un ventilateur, relié à l'un des moteurs, y remédie en envoyant de l'air dans le ballonnet.

La carcasse métallique du *Zeppelin-I* pesait à elle seule 4.600 kilos, auxquels il faut ajouter 1.100 kilos, poids des cerceaux croisillonnés qui formaient les cloisons verticales. Le poids total du dirigeable atteignait 10.220 kilos, avec un équipage de 5 hommes. Le poids d'un zeppelin actuel de 20.000 mètres cubes est voisin de 15.000 kilos. Celui d'un superzeppelin doit atteindre 18.000 kilos, équipage non compris.

La forme des zeppelins n'a pas sensiblement évolué, tout au moins en ce qui



DANS LES ATELIERS DE FRIEDRICHSHAFEN

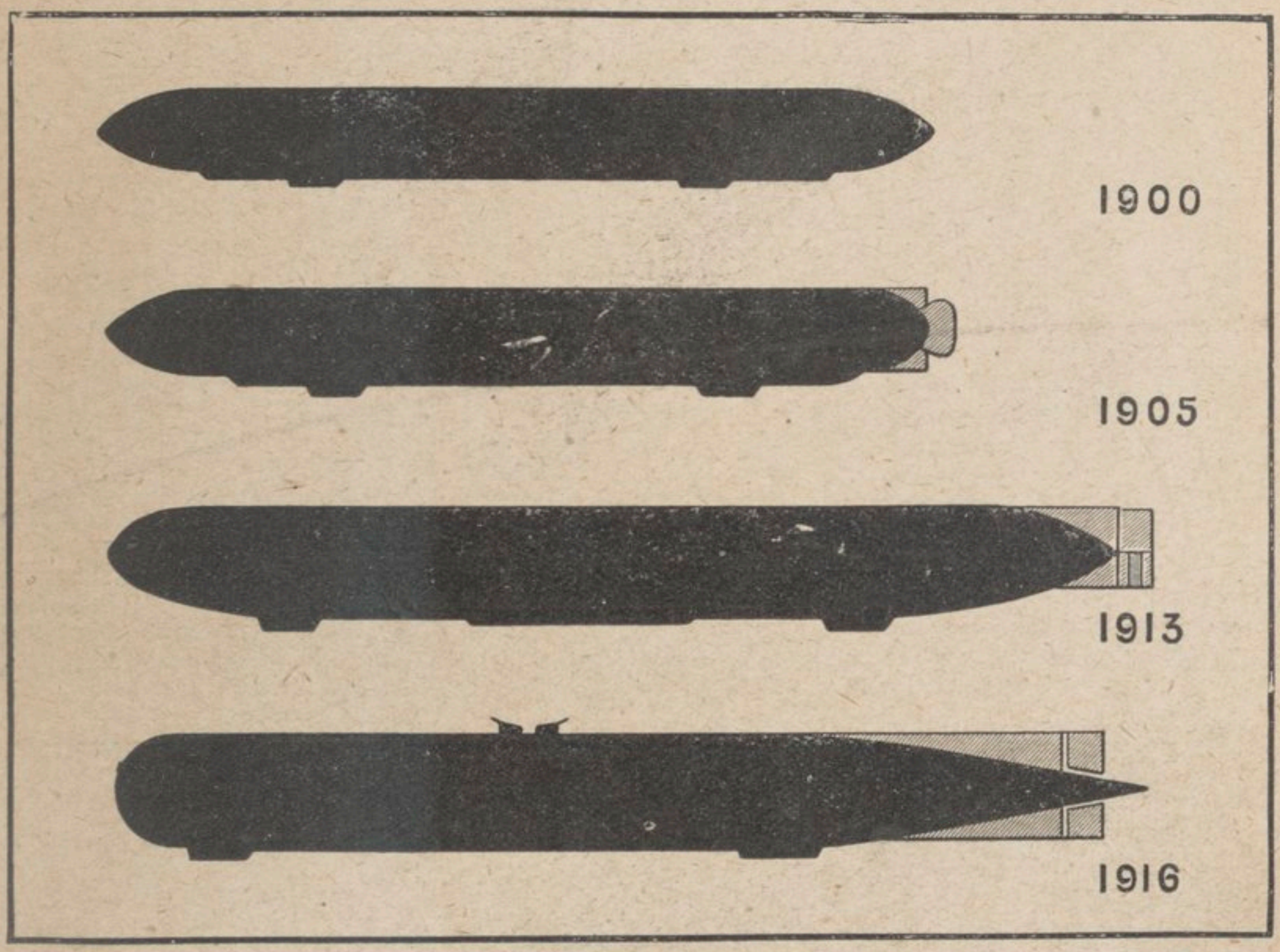
Les deux premiers compartiments, à gauche de la photographie, sont recouverts de leur enveloppe extérieure ; au centre, on distingue nettement le ballon de gaz, qui épouse la forme de la carcasse métallique.

concerne les types courants, jusqu'à l'apparition des superzeppelins, dont la carène est extrêmement profilée dans le but d'offrir moins de résistance à l'avancement.

Evolution de forme et de volume

Au point de vue aérodynamique, la forme des premiers zeppelins était franchement déplorable. De plus, le rapport de la longueur au diamètre était aussi très mauvais, parce qu'exagéré. Ce rapport était de 10, c'est-à-dire que la longueur du dirigeable était dix fois supérieure à son diamètre. La carène des *Zeppelin-I* et *II* était même onze fois plus longue que haute ; celle des superzeppelins est dans la proportion de 1 à 9. Ce chiffre est déjà élevé, puisque des expériences aérodynamiques ont démontré que le meilleur glissement dans l'air était obtenu par une carène établie dans la proportion de 1 à 6. Le tableau ci-après indique les dimensions des principaux types qui caractérisent l'évolution des zeppelins :

1900. *Zeppelin-I* : longueur 128 mètres, diamètre 11 m. 66.
1905. *Zeppelin-II* : longueur 126 m. 75, diamètre 11 m. 70.
1908. *Zeppelin-IV* : longueur 136 mètres, diamètre 13 mètres.
1909. *Zeppelin-VI* : longueur 144 mètres, diamètre 13 mètres.

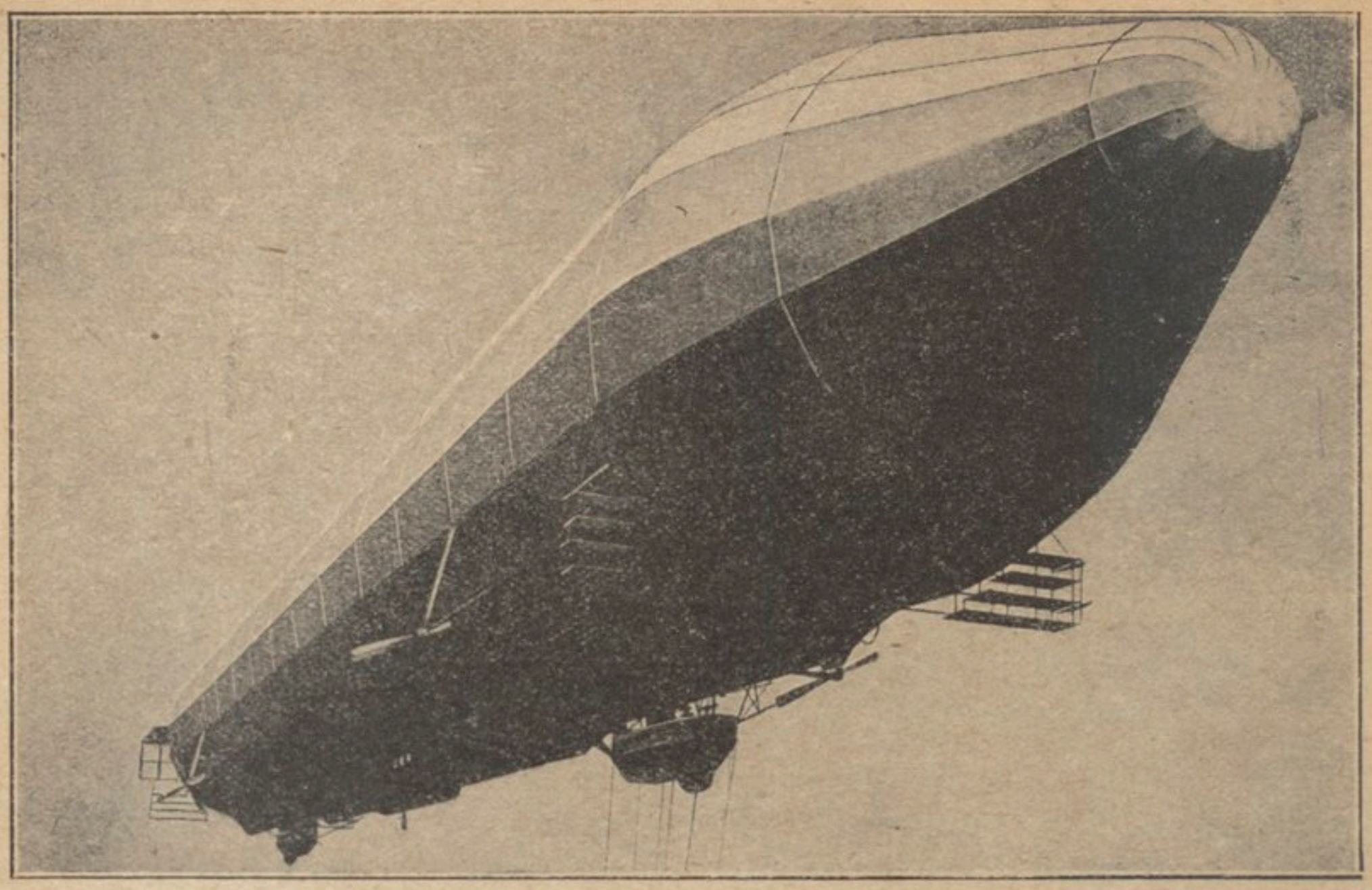


L'ÉVOLUTION DE FORME DES PRINCIPAUX TYPES DE ZEPPELINS

Le zeppelin de 1900 avait un volume de 11.300 mètres cubes ; sa vitesse n'atteignait pas 30 kilomètres à l'heure. — Grâce à sa puissance motrice, voisine de 1.000 chevaux, grâce aussi à sa carène profilée, qui lui assure une meilleure pénétration dans l'air, le superzeppelin de 1916 atteint la vitesse moyenne de 85 kilomètres à l'heure.

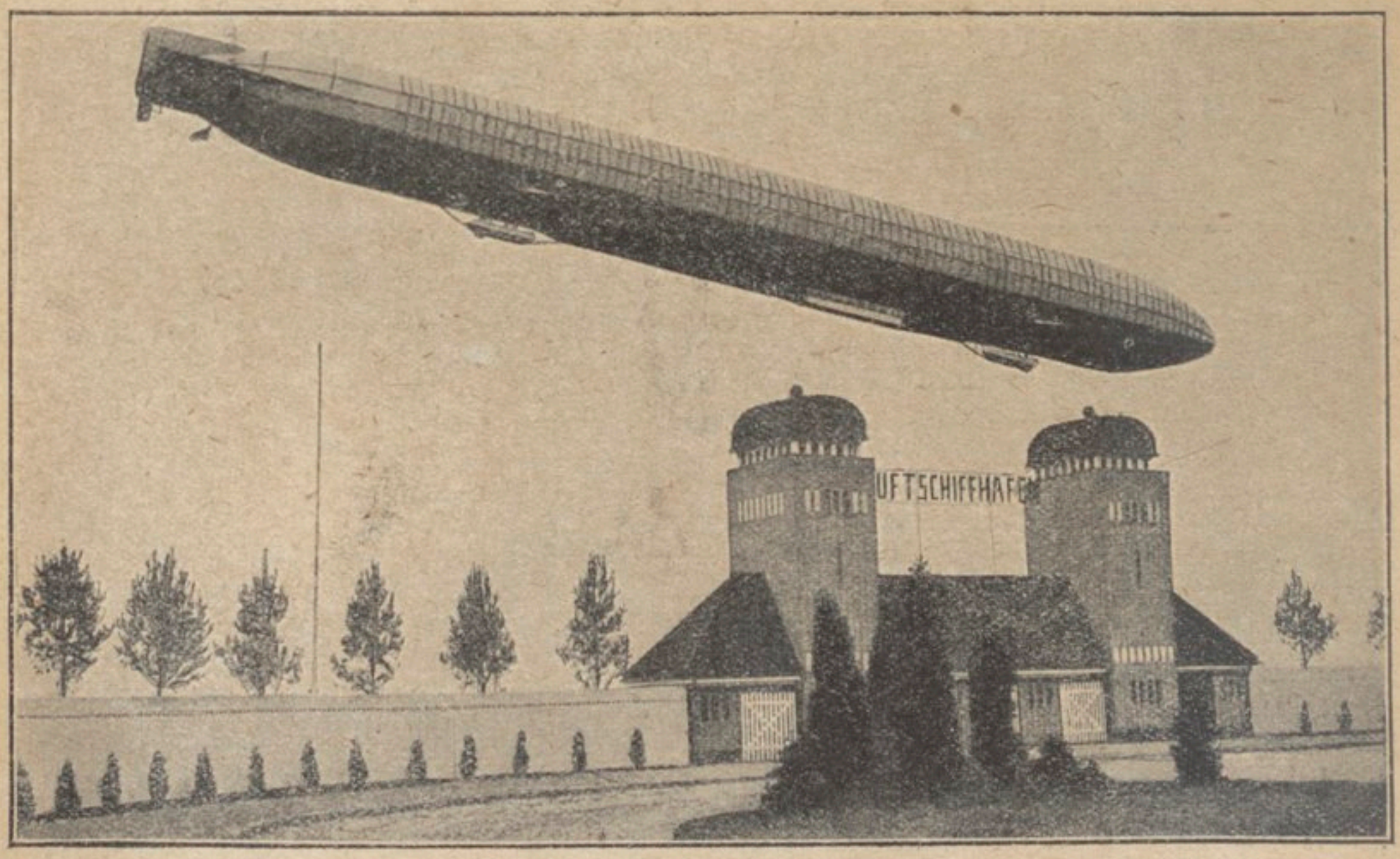
Zeppelins de guerre
- Type d'armée : longueur 156 m., diamètre 14 m. 80.
- Type de marine : long. 158 m., diamètre 16 m. 60.
- Superzeppelin : long. 180 m., diamètre approximatif 20 m.

La forme des superzeppelins a été très améliorée. L'avant est visiblement plus obtus que dans les modèles précédents, tandis que l'arrière se termine en pointe. L'adoption d'une carène ainsi profilée réduit considérablement le frottement de l'air sur les parois et contribue à donner à l'ensemble une silhouette plus élégante. Le volume des



LE « ZEPPELIN-VII » AU COURS DE SON PREMIER ESSAI

Le « Zeppelin-VII » est le premier type du grand dirigeable d'armée ; il cubait 20.000 mètres. De nombreuses modifications successives lui furent apportées tant dans la disposition des gouvernails que dans la composition des organes moto-propulseurs. Cela ne l'empêcha pas d'être complètement anéanti par une tempête, le 27 juin 1910, dans le Teutoburger Wald (Westphalie).



UN DÉPART DU DIRIGEABLE DE TOURISME « HANSA »

Le dirigeable Zeppelin qui, en temps de paix, servait à transporter des touristes, appartient au type dit de la marine. Il cube 25.000 mètres et sa puissance motrice est approximativement de 800 chevaux. Transformé en dirigeable de guerre, il peut emporter 800 à 1.000 kilos d'explosifs.

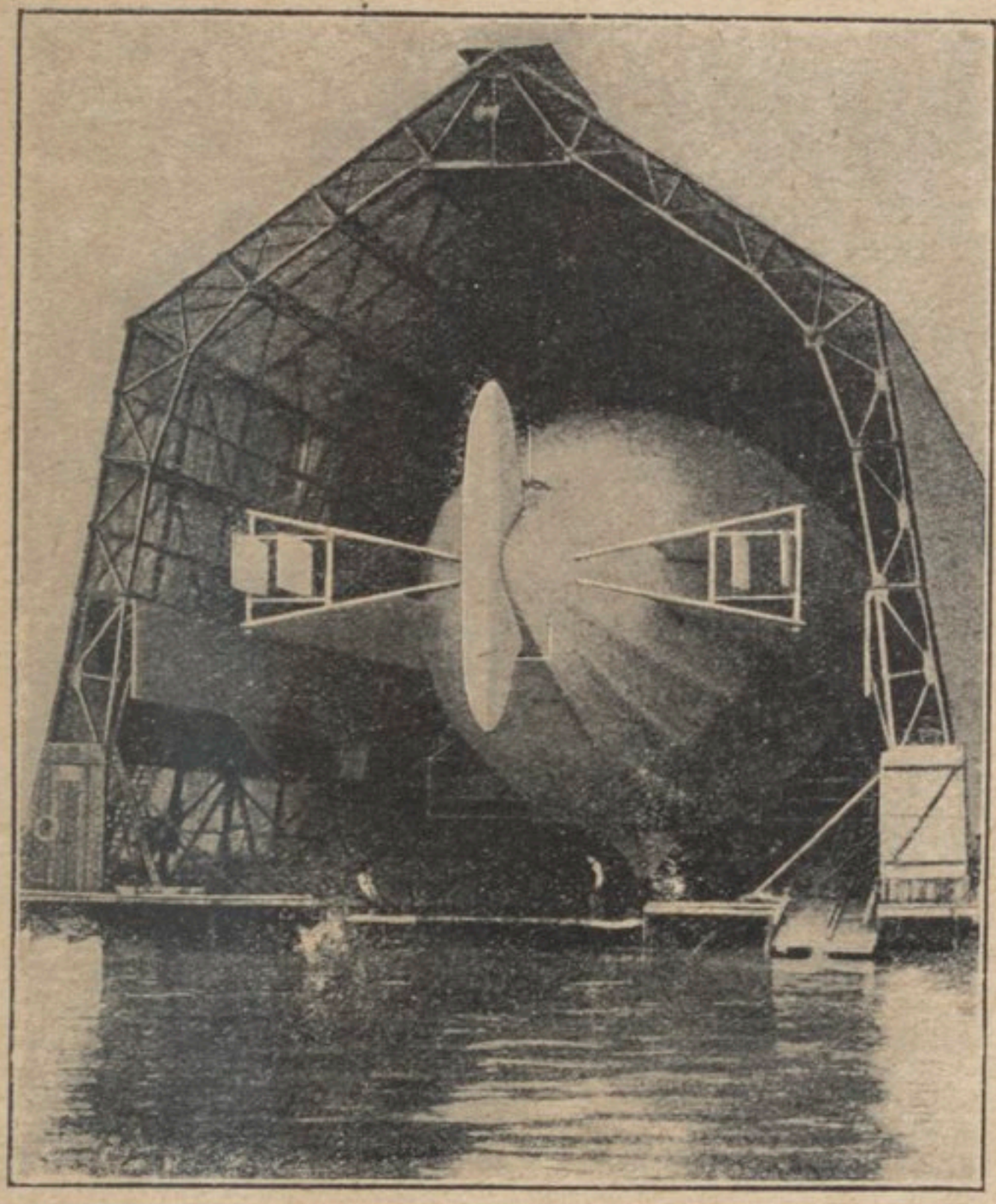
zeppelins a été sans cesse en augmentant. De 11.300 mètres cubes, ils sont passés successivement à 13.000, puis à 15.200, puis à 16.500 pour atteindre 20.000 mètres cubes avec le *Zeppelin-VII*, construit en 1910. Actuellement, les Allemands ont en service permanent quatre types de zeppelins :

1° Des dirigeables de 20.000 mètres cubes dont le rôle est assez limité en raison de leur existence déjà longue;

2° Des dirigeables d'armée de 22.000 mètres cubes, destinés à des reconnaissances à de faibles distances.

3° Des dirigeables de marine de 27.000 mètres cubes affectés surtout à la garde des côtes ou à des raids de longue durée;

4° Des dirigeables de 30.000 mètres cubes ou superzeppelins munis des derniers perfectionnements et appelés à effectuer le même service que les grands dirigeables de la précédente catégorie.



L'EMPENNAGE DU « ZEPPELIN-II »

La caractéristique essentielle de cet empennage est la grande surface verticale disposée à la pointe arrière de la carène et qui, concurremment avec les petits gouvernails latéraux, devait assurer la dirigeabilité du ballon.

L'empennage

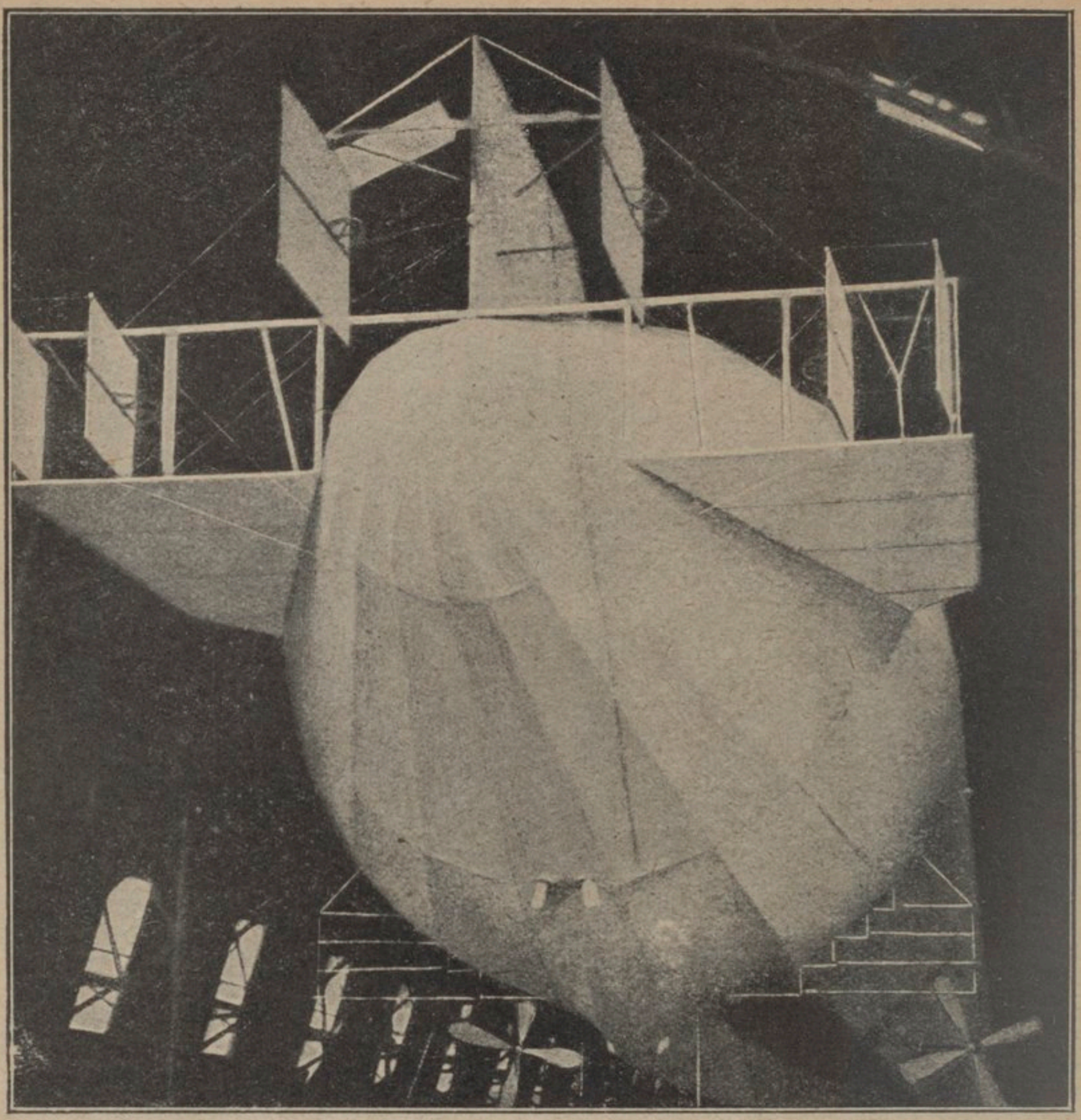
La carène d'un zeppelin est pourvue de gouvernails de direction et d'altitude, ainsi que d'un ensemble de surfaces, appelé *empennage*. Cet empennage a un rôle stabilisateur ; si le ballon vient à s'incliner, les diverses surfaces qui composent l'empennage attaquent l'air obliquement et subissent une réaction déterminant un couple opposé au couple de renversement.

La description détaillée de l'empennage et des gouvernes de chaque dirigeable nous entraînerait trop loin. Qu'il nous suffise d'en signaler les caractéristiques originales. Ces organes ont subi une évolution continuelle ; de 1900 à 1910, il n'est pas de zeppelin de type quelconque sur lequel plusieurs modèles d'empennage et de gouvernail n'aient été essayés et modifiés à différentes reprises.

Dans le *Zeppelin-I*, le gouvernail de direction était placé à l'avant ; cette disposition n'ayant pas donné de très brillants résultats, on prit un jour le parti de placer deux gouvernails latéraux à l'arrière du ballon.

Dans le *Zeppelin-II*, un plan intermédiaire d'une surface plus grande fut intercalé entre les deux plans latéraux. Ce plan était disposé à l'extrême pointe de la carène. Il fut supprimé dans le type qui suivit et remplacé par trois panneaux parallèles verticaux, placés à l'arrière du ballon, entre les plans d'empennage. L'altitude était commandée par quatre groupes de quatre plans superposés. Deux de ces groupes étaient situés à l'avant de la carène — l'un à droite, l'autre à gauche — et les deux autres à l'arrière.

En un mois, l'empennage du *Zeppelin-IV* n'a pas été modifié moins de trois fois. On commença par supprimer les trois plans verticaux qui caractérisaient le modèle précédent. On les remplaça par un gouvernail composé d'un simple plan. Peu de temps après, on y ajouta deux autres surfaces verticales que l'on situa dans l'empennage, l'une à droite, l'autre à gauche. Enfin, après avoir, une fois encore, transformé ces gouvernails de monoplans en biplans, on modifia l'empennage en ajoutant à celui-ci deux plans verticaux fixes, l'un sur la carène, l'autre en



DISPOSITION DE L'EMPENNAGE DU « ZEPPELIN-VII »

L'ensemble des organes de direction du « Zeppelin-VII » était constitué par six plans : deux grands centraux, quatre petits latéraux. Ceux-ci agissaient ensemble et indépendamment des deux premiers. Le plan vertical situé au sommet de la carène, dans l'axe du dirigeable, et les deux grands plans horizontaux disposés latéralement sont fixes.

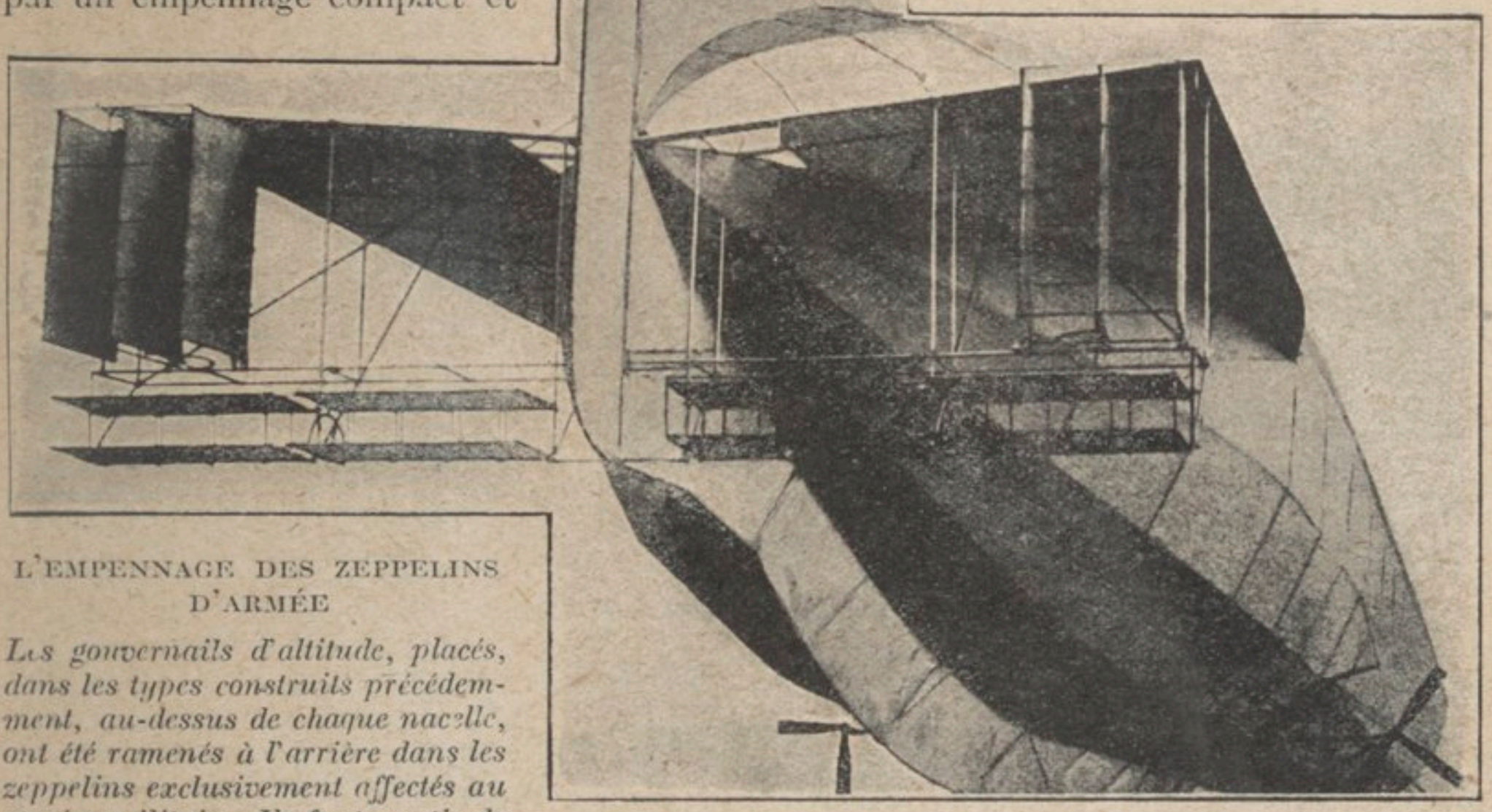
dessous. Dans le *Zeppelin-V*, les gouvernails verticaux, qui étaient placés entre les plans d'empennage, furent reculés à l'arrière de ceux-ci. La carène, à son extrémité postérieure, fut munie d'un gouvernail de direction monoplan, d'une très grande surface.

De nombreuses modifications successives furent encore apportées au *Zeppelin-VI*, dont l'empennage se rapprochait sensiblement de celui du *Zeppelin IV*.

Le gouvernail du *Zeppelin-VII*, auquel fut donné le nom de *Deutschland*, était constitué par six plans, deux grands centraux, quatre petits latéraux. Ceux-ci agissaient ensemble et indépendamment des deux premiers. Comme dans les types précédents, les gouvernails d'altitude étaient au nombre de quatre. Disposés deux par deux, à l'avant et à l'arrière de la carène, ils comprenaient quatre surfaces rectangulaires superposées, formant jalousie. Dans les modèles qui succédèrent — 22.000 et 27.000 mètres cubes — on s'efforça de simplifier et d'unifier les empennages. Les gouvernails d'altitude qui, au début, étaient situés au-dessus des nacelles et sur le corps du ballon même, furent

reportés à l'arrière et firent partie de l'empennage. En dessous d'un équilibreur horizontal, furent placés les gouvernails de direction. On s'ingénia, en définitive, à restreindre les proportions de l'empennage et des gouvernes, de façon à diminuer la résistance qu'ils opposaient à l'air, sans cependant les réduire au point d'annihiler leurs effets. Dans les types les plus récents, ils constituent, en quelque sorte, le prolongement de la carène.

Les nombreuses petites surfaces verticales et horizontales qui caractérisaient l'arrière des zeppelins primitifs sont remplacées, dans les superzeppelins, par un empennage compact et réduit, comme celui des aéroplanes. Les gouvernails de direction et ceux d'altitude consistent en de simples plans qui se meuvent latéralement et verticalement. Ils sont situés tout à l'extrémité de l'empennage.



L'EMPENNAGE DES ZEPPELINS D'ARMÉE

Les gouvernails d'altitude, placés, dans les types construits précédemment, au-dessus de chaque nacelle, ont été ramenés à l'arrière dans les zeppelins exclusivement affectés au service militaire. Ils font partie de l'empennage et sont constitués par une série de quatre petits biplans placés les uns à côté des autres, deux à droite et deux à gauche, et qui ressemblent vaguement à des aéroplanes.

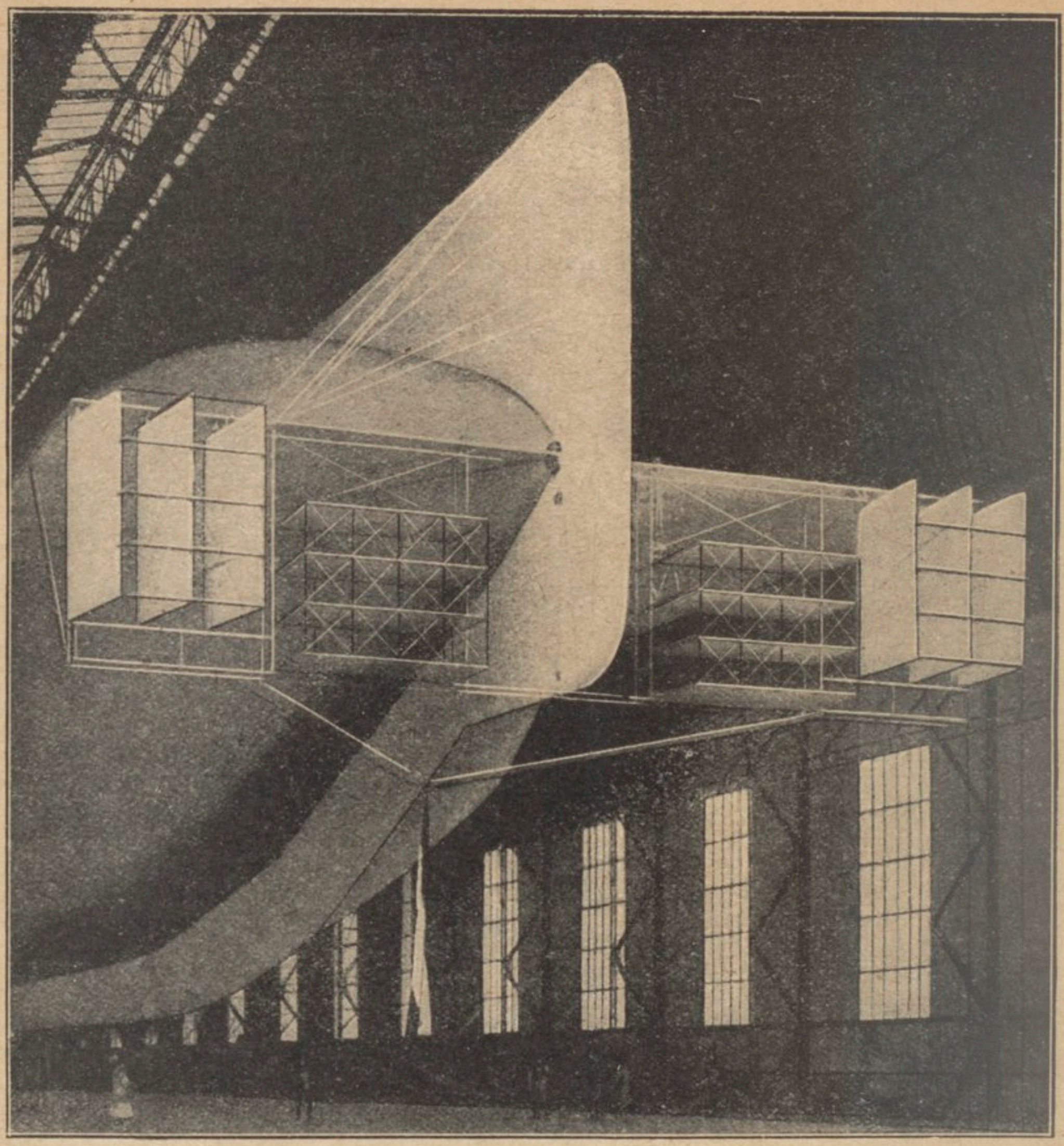
Les nacelles

La rigidité de la carcasse du zeppelin est considérablement accrue par la présence d'une longue et large quille triangulaire qui court tout du long et au-dessous de la carène. Cette quille, entièrement métallique, est recouverte de toile. Affectant la forme d'un V évidé, elle est suffisamment vaste pour qu'on y puisse aisément circuler à l'intérieur. Elle relie entre elles les deux nacelles.

Le *Zeppelin-I* possédait deux nacelles en forme de bateaux ; elles avaient chacune 6 m. 50 de longueur, 1 m. 80 de largeur et 1 mètre de hauteur. Elles communiquaient au moyen d'une passerelle. A la suite de la sortie du 2 juillet 1900, cette passerelle fut remplacée par une quille triangulaire, afin d'éviter la flèche produite par la grande longueur de l'aéronef. Les nacelles sont suspendues à la quille ; elles en sont si rapprochées qu'elles paraissent en faire partie. Elles sont constituées par de véritables canots ; leur emploi a été des plus utiles pour les essais des premiers dirigeables, qui ont eu lieu, nous l'avons dit, sur le lac de Constance. En expérimentant ainsi ses ballons au-dessus de l'eau, le comte Zeppelin a fait preuve d'une certaine habileté ; la fragilité des premières carcasses métalliques aurait rendu singulièrement dangereux les essais du début, sur la terre ferme. Outre les accidents qu'elle a évités, cette sage précaution a permis d'étudier la question du dirigeable de marine à une époque où aucun aéronat ne se risquait à affronter la mer.

Les nacelles des grands dirigeables allemands se sont perfectionnées peu à peu ; celles des *Zeppelin-II* et *III* furent, à peu de chose près, semblables à celles du *Zeppelin-I*.

Le *Zeppelin-IV* fut muni d'une cabine



DISPOSITIF COMPLET DE L'EMPENNAGE D'UN ZEPPELIN DE GUERRE

Dans cette nouvelle disposition des organes de commande, on s'est efforcé de rendre l'ensemble plus compact et plus ramassé. C'est le dernier type d'empennage qui ait été expérimenté avant l'adoption de l'empennage très simple et très efficace du superzeppelin.

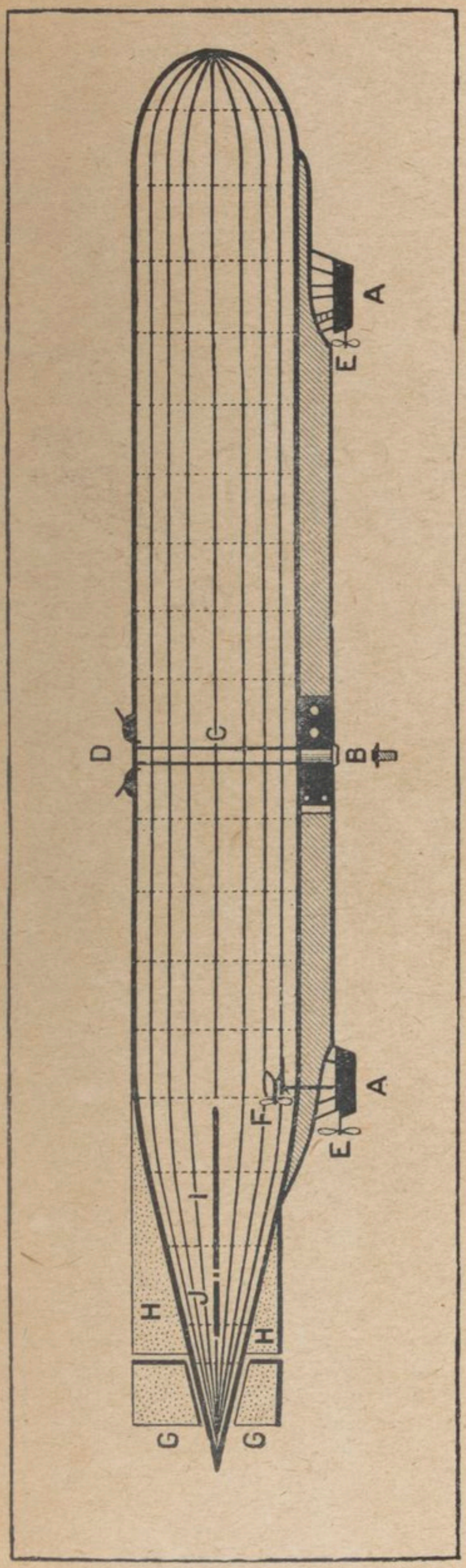
centrale, installée au milieu de la quille et destinée aux passagers. Dans le modèle suivant, cette cabine fut supprimée. Les deux nacelles furent pourvues de puissants amortisseurs en caoutchouc qui absorbaient une partie du choc lorsque le dirigeable venait prendre contact avec le sol. Par la suite, ces amortisseurs subsistèrent.

Sur le *Zeppelin-VI* fut essayée une nacelle motrice centrale, indépendante de la quille. Cette disposition, n'ayant pas donné de résultats satisfaisants, fut abandonnée.

A partir du *Zeppelin-VII* tous les dirigeables reçurent à nouveau une cabine centrale. En temps de paix, cette cabine était utilisée par les passagers, mais depuis la guerre, elle fut modifiée et transformée en *chambre de bombardement*. Nous verrons plus loin quel est exactement son rôle.

Les deux nacelles reçoivent les organes moteurs et servent de postes à l'équipage.

En outre des amortisseurs pneumatique;



COUPE LONGITUDINALE SCHÉMATIQUE D'UN ZEPPELIN MILITAIRE DE 30.000 MÈTRES CUBES

AA, nacelles motrices et de pilotage ; B, chambre de bombardement ; C, chemin reliant la chambre de bombardement avec la plate-forme ; D, mitrailleuses ou canons légers disposés sur les nacelles ; E E, hélices propulsives des nacelles ; F, l'une des hélices latérales ; GG, gouvernail de direction ; H H, empennage vertical fixe ; I, empennage horizontal fixe ; J, gouvernail d'altitude.

qui facilitent son atterrissage, chaque zeppelin est pourvu d'un système d'amarres spécial, très bien compris, qui lui permet de descendre indifféremment sur terre ou sur l'eau.

Organes de stabilisation

Le plus important des organes stabilisateurs est l'empennage, que nous avons précédemment examiné. Pour accroître leur stabilité, les zeppelins actuels sont pourvus d'un dispositif ingénieux qui ne figurait pas encore sur les *Zeppelin-I* et *II*. La stabilité de ceux-ci était assurée par un contrepoids de 100 kilogrammes, placé à 26 mètres sous la nacelle. Ce contrepoids, que l'on pouvait déplacer de la nacelle, était, en outre, muni d'une bouée très large afin de pouvoir flotter sur l'eau, au moment du départ et du retour.

L'expérience ayant montré le danger et l'insuffisance du contrepoids, ce dispositif fut délaissé et remplacé par un empennage fixe, formé de quatre grands plans légèrement inclinés, et d'une quille verticale placée longitudinalement sous le ballon.

La stabilité verticale du dirigeable n'étant pas encore suffisamment assurée par cet empennage, on eut recours, à partir du *Zeppelin-VII*, à un wagonnet lesté se déplaçant dans le couloir qui réunit les nacelles. Si, par exemple, le ballon vient à s'incliner de l'avant. le wagonnet est ramené à l'arrière, rétablissant par le déplacement de son poids l'équilibre du dirigeable. Si, au contraire, l'avant pointe vers le ciel, la même manœuvre a lieu, mais en sens inverse.

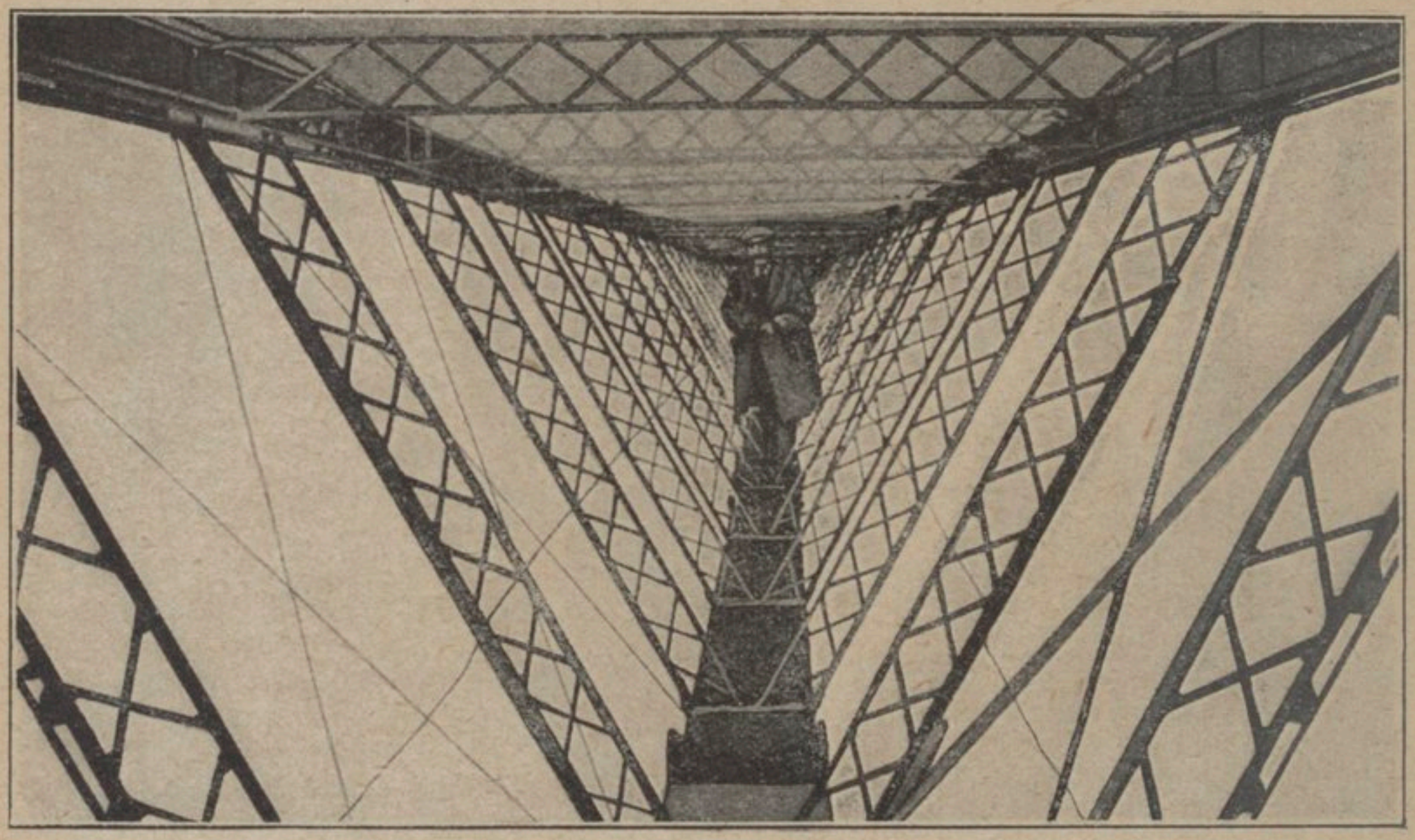
Pour s'équilibrer en l'air et annihiler les chutes produites par les pertes de gaz ou l'abaissement de la température, un dirigeable doit recourir au lest, dont il s'allège pour regagner de la hauteur. A bord des zeppelins, ce lest est constitué par une provision d'eau emmagasinée dans des réservoirs en tôle d'aluminium. Ces réservoirs sont disposés, de place en place, dans le couloir central de la quille de l'aéronef.

La question du lest a une très grande importance ; c'est d'elle que dépendent l'altitude du ballon et l'étendue de son rayon d'action.

Le *Zeppelin-I* emportait 1.200 kilos

d'eau. Dans les superzeppelins, cette quantité a été naturellement accrue dans de grandes proportions. Les zeppelins d'avant guerre volaient couramment de 1.600 à 2.000 mètres de hauteur ; au cours des épreuves de réception, ils atteignaient difficilement 2.800 à 3.000 mètres. Les superzeppelins, par contre, naviguent à 2.500 mètres très facilement et peuvent monter à 4.000 mètres.

Les grands raids ne doivent donc pas être entrepris sans une provision de lest considérable. Les superzeppelins du type le plus récent emportent dans leurs réservoirs une provision d'eau de 4.000 kilogrammes.



LE COULOIR QUI RELIE LES DEUX NACELLES DES ZEPPELINS MODERNES

Une quille triangulaire métallique, dont deux côtés sont entaillés, sert à réunir la nacelle avant à la nacelle arrière. Elle concourt également à assurer à la carcasse du ballon une rigidité suffisante. En son milieu la quille s'élargit pour former la chambre de bombardement.

La propulsion

Le *Zeppelin-I* avait une force motrice de 30 chevaux environ, fournie par deux moteurs de 14 HP 5 chacun, tournant à 650 tours à la minute. Ils pesaient tous deux 450 kilos et consommaient 6 kilos d'essence et d'huile par cheval et par heure. Ils actionnaient quatre hélices en aluminium, à trois branches de 1 m. 15 de diamètre. Ces hélices étaient disposées sur le flanc du ballon, deux à l'avant, deux à l'arrière. Elles étaient commandées par cardan et engrenages coniques. La vitesse obtenue avec cette faible puissance atteignait péniblement 27 kilomètres à l'heure.

Le *Zeppelin-II* était pourvu de deux moteurs Daimler de 85 HP chacun. Le *Zeppelin-III*, avec une même puissance motrice, aurait atteint, par temps favorable, au dire de son constructeur, une vitesse de 54 kilomètres à l'heure.

Avec les *Zeppelin-IV* et *V*, la force totale des moteurs passa à 220 chevaux. Elle était fournie par deux Daimler de 110 chevaux, pesant chacun un peu plus de 600 kilos.

Le *Zeppelin-VI* fut l'objet de différents essais. Un moteur de 120 chevaux fut d'abord monté dans chacune des deux nacelles. Un troisième moteur à six cylindres, de 140 chevaux, fut disposé dans une troisième nacelle, située entre les deux autres. Ce dernier moteur actionnait lui aussi deux hélices latérales supplémentaires, ce qui portait à six le nombre des propulseurs de ce dirigeable.

Toute cette installation n'ayant donné que des résultats très médiocres, la nacelle et les hélices centrales furent supprimées. Le moteur de 140 chevaux fut placé dans la nacelle avant ; le moteur de 120 chevaux, qui l'occupait précédemment, alla rejoindre son congénère dans la nacelle arrière.

On essaya aussi de remplacer les transmissions par arbres rigides au moyen de

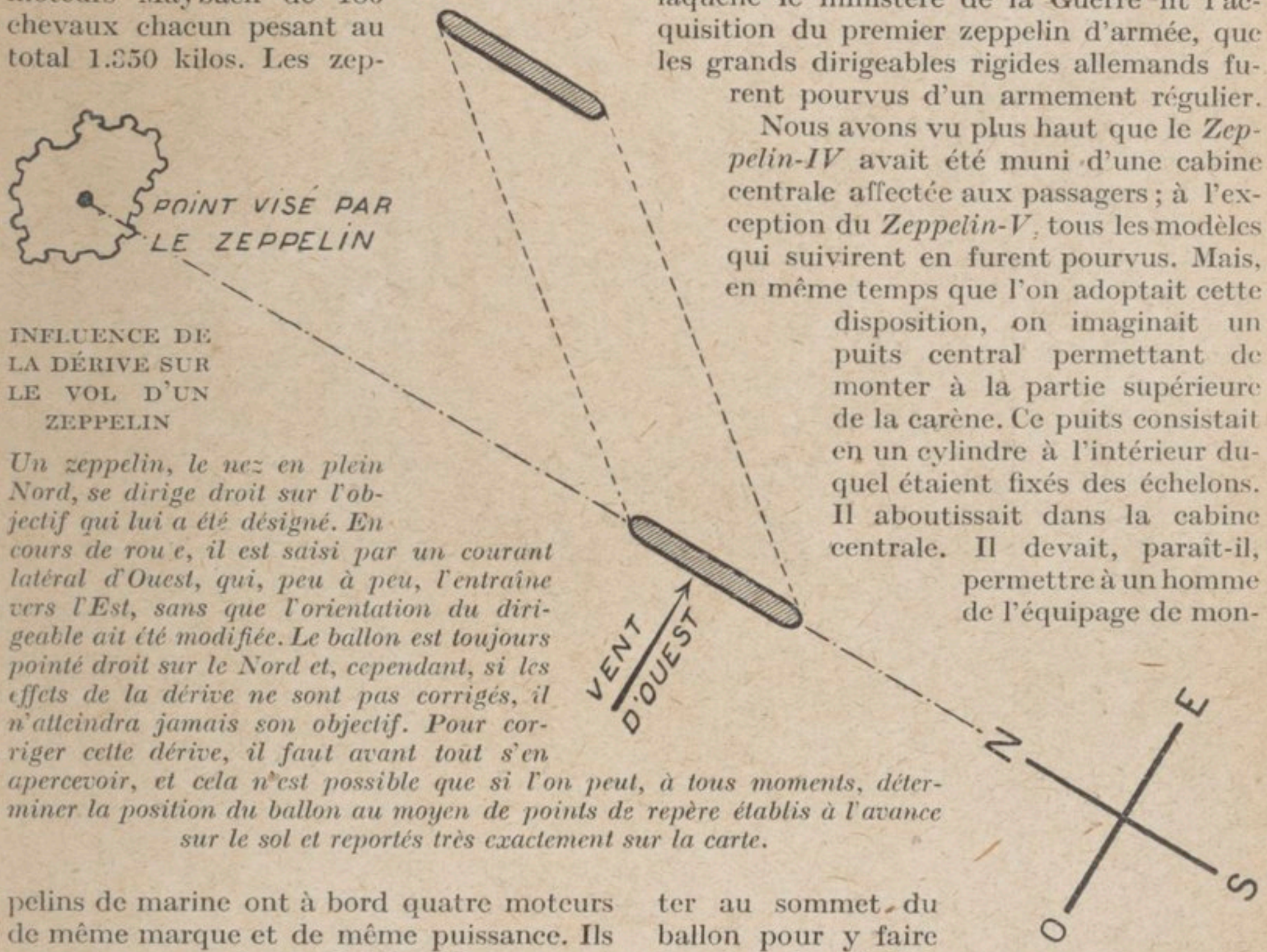
courroies d'acier souple enfermées dans un carter. Mais, par la suite, on revint à l'ancien dispositif qui fut conservé sur tous les zeppelins de construction ultérieure.

La puissance motrice des zeppelins de 20.000 mètres cubes fut encore accrue ; elle atteignit 420 chevaux, répartis en trois moteurs de 140 chevaux chacun ; deux étaient situés dans la nacelle arrière et le troisième placé dans la nacelle avant.

Les zeppelins d'armée de 22.000 mètres cubes sont généralement pourvus de trois moteurs Maybach de 180 chevaux chacun pesant au total 1.350 kilos. Les zeppelins de marine ont à bord quatre moteurs de même marque et de même puissance. Ils consomment environ 42 kilos d'essence et 2 k. 500 d'huile par heure et par moteur.

Les dirigeables types *armée* et *marine* sont tous propulsés par quatre hélices latérales.

Tandis que le dernier type du zeppelin naval (1914-1915) est actionné par deux groupes de deux moteurs de 200 chevaux chacun, entraînant deux hélices montées de chaque côté de la carène, le superzeppelin est muni d'un moteur disposé dans la nacelle avant et de trois moteurs dans la nacelle arrière. Deux de ces derniers actionnent deux hélices latérales, mais le troisième entraîne une hélice placée immédiatement derrière la nacelle. Le moteur avant est également relié à une hélice remplissant son office à l'arrière de la nacelle.



INFLUENCE DE LA DÉRIVE SUR LE VOL D'UN ZEPPELIN

Un zeppelin, le nez en plein Nord, se dirige droit sur l'objectif qui lui a été désigné. En cours de route, il est saisi par un courant latéral d'Ouest, qui, peu à peu, l'entraîne vers l'Est, sans que l'orientation du dirigeable ait été modifiée. Le ballon est toujours pointé droit sur le Nord et, cependant, si les effets de la dérive ne sont pas corrigés, il n'atteindra jamais son objectif. Pour corriger cette dérive, il faut avant tout s'en apercevoir, et cela n'est possible que si l'on peut, à tous moments, déterminer la position du ballon au moyen de points de repère établis à l'avance sur le sol et reportés très exactement sur la carte.

Les moteurs Maybach employés sur la plupart des superzeppelins sont à six cylindres verticaux de 160 mm d'alésage et de 170 mm de course. Ils tournent à 1.260 tours à la minute et pèsent 450 kilos, volant compris.

L'armement

Les premiers zeppelins, destinés surtout à des expériences de mise au point et au transport de passagers, ne présentaient, encore aucun caractère militaire. Ce n'est qu'à partir de novembre 1911, époque à laquelle le ministère de la Guerre fit l'acquisition du premier zeppelin d'armée, que les grands dirigeables rigides allemands furent pourvus d'un armement régulier.

Nous avons vu plus haut que le *Zeppelin-IV* avait été muni d'une cabine centrale affectée aux passagers ; à l'exception du *Zeppelin-V*, tous les modèles qui suivirent en furent pourvus. Mais, en même temps que l'on adoptait cette disposition, on imaginait un puits central permettant de monter à la partie supérieure de la carène. Ce puits consistait en un cylindre à l'intérieur duquel étaient fixés des échelons. Il aboutissait dans la cabine centrale. Il devait, paraît-il, permettre à un homme de l'équipage de monter au sommet du ballon pour y faire le point. En réalité, ce puits avait, dans l'esprit de ses créateurs, une tout autre destination. Dès 1908, on avait prévu l'emplacement de mitrailleuses ou de petits canons au faîte de la carène ; grâce au puits, les servants pouvaient, de la cabine centrale, se rendre à leurs pièces.

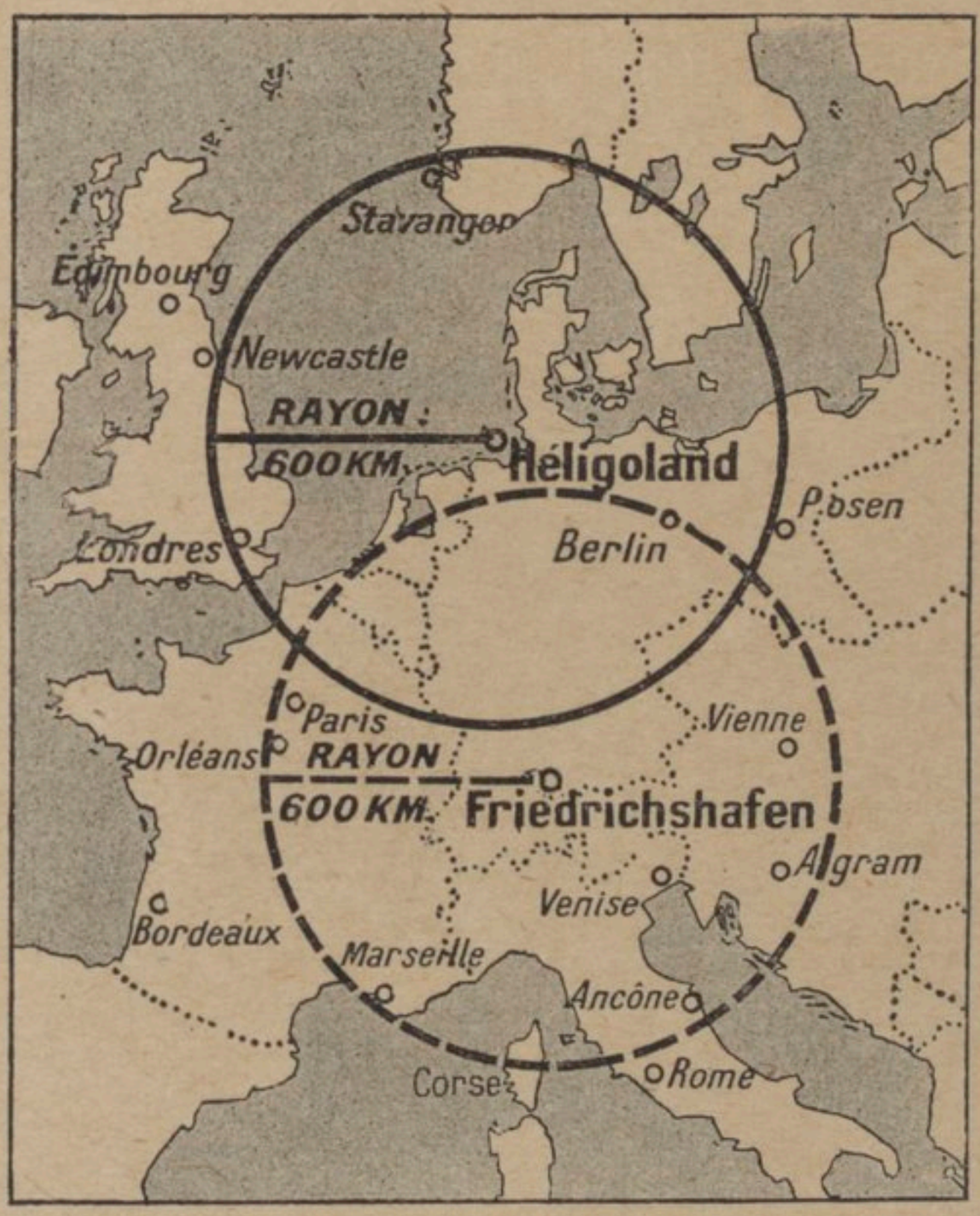
Les premiers zeppelins militaires étaient seulement pourvus d'une ou de deux mitrailleuses ; dans la suite, ce nombre fut porté à trois, puis à quatre, assure-t-on.

C'est là la partie défensive de l'armement d'un zeppelin ; la partie offensive est constituée par un approvisionnement de bombes.

Ces projectiles sont emmagasinés dans la cabine centrale, transformée en chambre de bombardement. Une trappe est pratiquée

dans le plancher de cette cabine ; elle obstrue une ouverture par laquelle sont jetées les bombes. Dans le même compartiment est installé un poste de télégraphie sans fil, relié par une ligne téléphonique aux cabines avant et arrière. Dans les dirigeables de construction récente, une chambre noire a été également prévue : les photographies prises au cours d'un raid sont immédiatement développées et tirées. Enfin, toute une série d'instruments scientifiques à différents usages complètent l'installation.

Quelle quantité de projectiles peut emporter un Zeppelin ? Il faut tenir compte qu'une incursion aérienne à longue distance exige une provision de lest, d'essence et d'huile considérable ; aussi les zeppelins de 20.000 mètres cubes, qui ne disposent que d'un excédent de force ascensionnelle relativement faible, n'emportent-ils qu'un nombre de projectiles insignifiant.



LE RAYON D'ACTION DES SUPERZEPPELINS

Les superzeppelins peuvent facilement accomplir un raid de 1.200 kilomètres sans escales. En partant de l'île d'Héligoland ou de Fricdrichshafen, ils sont capables de survoler les principales villes d'Angleterre, de France et d'Italie.

Les types de l'armée et de la marine peuvent transporter au maximum 700 à 800 kilogrammes d'explosifs.

La puissance offensive et défensive des superzeppelins a été fortement accrue. Quatre mitrailleuses ont été placées dans les cabines du dirigeable ; deux dans la nacelle avant, deux dans la nacelle arrière. Deux autres enfin ont été disposées sur le sommet du ballon ; à leur côté est situé un poste d'observation, communiquant par téléphone avec les nacelles et la cabine centrale. De celle-ci, les bombes sont lancées, non plus à la main, mais au moyen d'un dispositif spécial actionné électriquement. Les Allemands affirment que les superzeppelins sont capables d'emporter 2.000 kilos de munitions. Ce chiffre paraît fortement exagéré.

Les zeppelins en croisière

L'équipage d'un zeppelin varie habituellement entre dix-huit et vingt-deux personnes.

La manœuvre du *Zeppelin-I* pouvait, à la rigueur, être assurée par cinq hommes seulement. L'un des dirigeables allemands abattus sur le front russe, au début des hostilités, avait à son bord trente personnes. Le *Z-L-77*, descendu à Revigny, et le *L-15*, tombé dans l'estuaire de la Tamise, qui étaient tous deux des superzeppelins récents, avaient un équipage respectif de quinze et dix-huit hommes.

Le pilotage d'un zeppelin présente quelque analogie avec le pilotage d'un navire. On a d'ailleurs constaté que les meilleurs pilotes de dirigeables se recrutaient parmi les officiers de tous grades de la marine, lorsque le contingent que pouvaient fournir les aéronautes de métier était épuisé.

La navigation aérienne est singulièrement plus compliquée que la navigation maritime. La dérive est souvent considérable, et voler en ligne parfaitement droite est, pour un pilote de dirigeable, un problème plus ardu qu'on se le figure généralement. Pour corriger cette dérive, les pilotes de zeppelins ont recours au compas, à la boussole et surtout à des points de repère établis sur le sol et reportés sur la carte.

Si l'on n'avait recours qu'aux seules indications de la boussole, on risquerait fort de ne jamais atteindre l'objectif visé.

Si l'on suppose, par exemple, un pilote de dirigeable pointant son ballon sur un objectif déterminé, situé au nord, il peut se diriger droit sur ce point sans jamais y parvenir. Il suffit, en effet, qu'un courant latéral le saisisse pour le déporter de plusieurs kilomètres hors de sa route. Si ce courant vient de l'ouest, il entraîne peu à peu le ballon vers l'est. Et cependant, le nez de l'aéronef est toujours pointé dans la bonne direction, qui est celle du nord ; si le pilote ne s'aperçoit pas de la dérive, il passera ainsi beaucoup trop à l'est de son objectif. Pour corriger la dérive, il est avant tout nécessaire de s'en apercevoir, et cela n'est possible que si l'on peut, à tout instant, déterminer la position du ballon, au moyen de points de repère. La correction s'opère naturellement en manœuvrant le gouvernail de direction de façon à contrecarrer les effets de la dérive et à ramener le dirigeable dans le chemin.

Tout ceci explique la difficulté considérable qu'éprouvent les Allemands à effectuer, la nuit, des raids à longue distance.

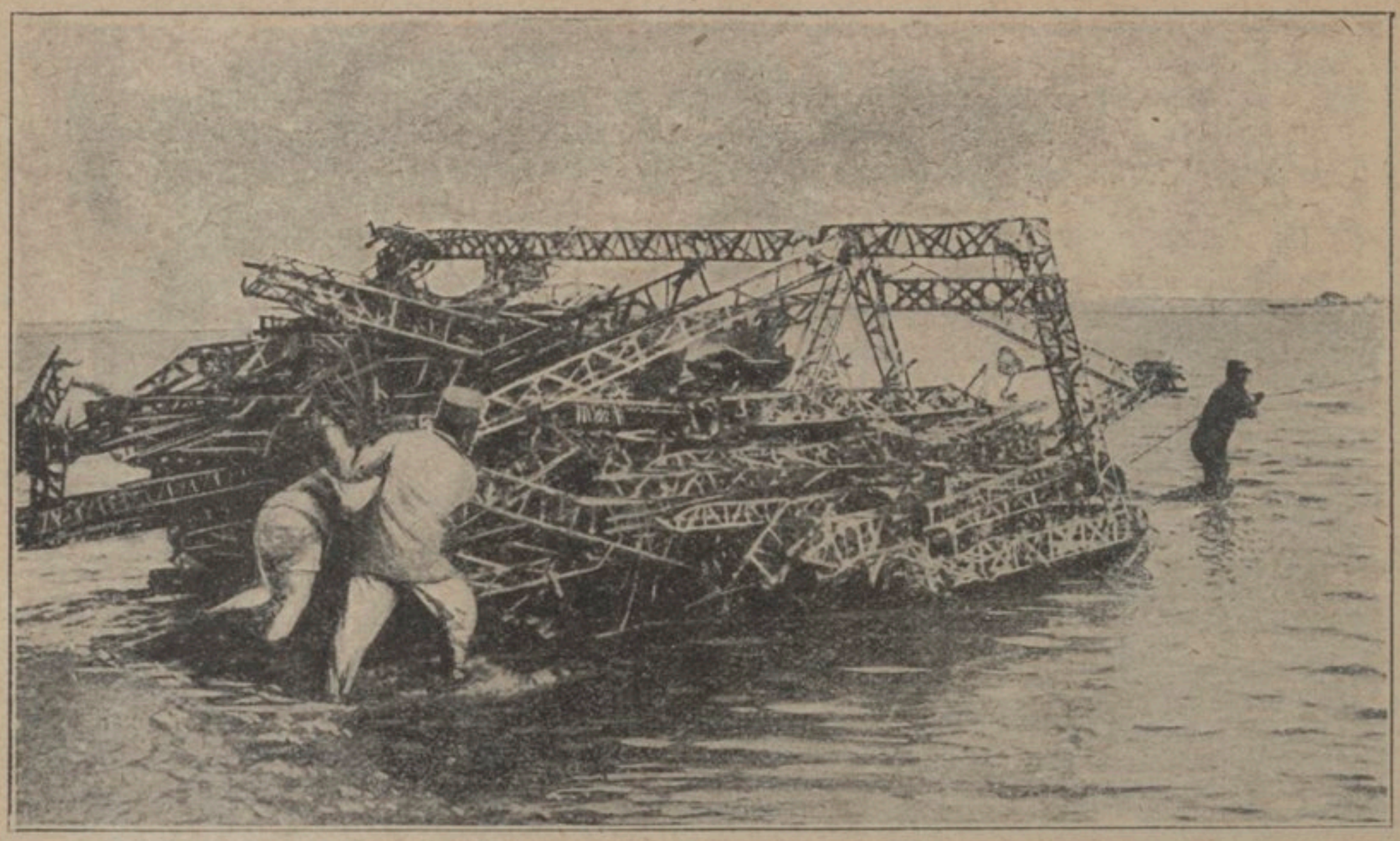
Le rayon d'action des super-zeppelins actuels est très étendu, grâce à la force ascensionnelle dont ils disposent et qui leur permet d'emporter à leur bord un approvisionnement abondant en carburant.

Le premier zeppelin qui accomplit un voyage digne de ce nom est le *Zeppelin-III*. Le 10 octobre 1906, il parcourut 110 kilomètres ; le 24 septembre, il franchissait 231 kilomètres en quatre heures quinze minutes, et six jours plus tard 330 kilomètres en sept heures. Affecté à l'armée, il atteignit la hauteur de 1.400 mètres le 19 mars 1908.

Le 1er juillet suivant, le *Zeppelin-IV* battait les records du précédent en accomplissant un voyage de 400 kilomètres. Le 4 août de la même année, il partit de Friedrichshafen, et, par Constance, Schaffouse, Bâle, Colmar, par Strasbourg, Mannheim et

REMONTAGE DE LA CALOTTE AVANT DU ZEPPELIN « L-85, » ABATTU DANS LE VARDAR

Cette carcasse métallique, faite de poutrelles d'aluminium, constitue la partie avant d'un zeppelin de construction relativement récente. On se rendra compte des dimensions de cette calotte en comparant sa hauteur avec la taille des soldats qui procèdent à son remontage.



LE TRANSPORT DES DÉBRIS DU ZEPPELIN ABATTU PRÈS DE SALONIQUE

De l'ancienne carcasse, dont la longueur totale varie de 160 à 200 mètres, selon les types, il ne reste plus qu'un amas de poutrelles brisées. Toute la charpente d'un zeppelin est faite de ces poutrelles, dont l'assemblage et la rigidité sont remarquables.

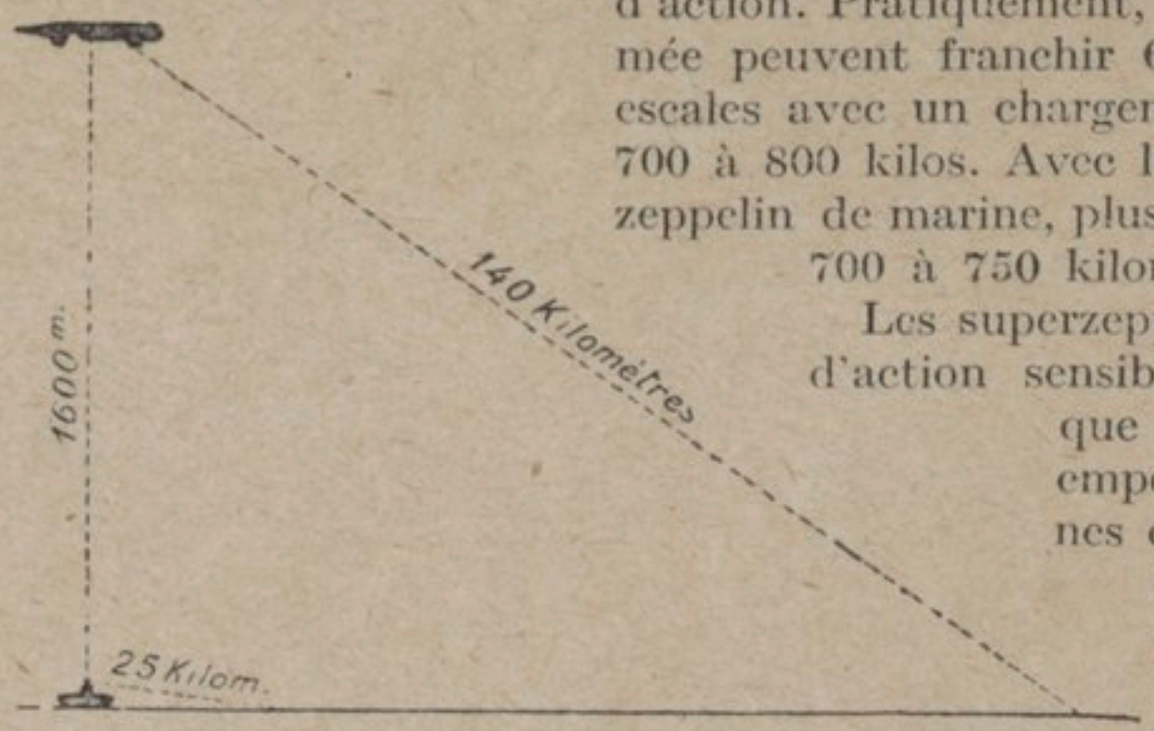
Worms, il arriva à Oppenheim où une panne de moteur le retint cinq heures. Puis il repartit, se rendant à Mayence, Eppingen, Stuttgart, Echterdingen, où une seconde panne l'obligea à atterrir en pleine campagne. Il avait à ce moment parcouru 750 kilomètres. Le lendemain, il était entièrement détruit par une tempête.

Le *Zeppelin-V* accomplit, le 1er juin 1909, un raid de 770 kilomètres en trente-six heures.

Les zeppelins de l'armée et de la marine, construits en 1912 et 1913, eurent à leur actif quelques jolis raids; parmi ceux-ci, nous nous contentons de citer les suivants : Dusseldorf-Hambourg, en passant par la Hollande et la mer du Nord, Friedrichshafen-Hambourg : 750 kilomètres en onze heures; Cologne-Oos : 805 kilomètres en douze heures et demie; Friedrichshafen-Berlin, *via* Emden, Hambourg et la Baltique : 1.600 kilomètres en trente heures. Ces résultats étaient déjà fort beaux.

A mesure que croît le volume des zeppelins, augmentent leur force ascensionnelle et par conséquent l'étendue de leur rayon d'action. Pratiquement, les dirigeables d'armée peuvent franchir 600 kilomètres sans escales avec un chargement de bombes de 700 à 800 kilos. Avec la même charge, un zeppelin de marine, plus puissant, parcourt 700 à 750 kilomètres au moins.

Les superzeppelins ont un rayon d'action sensiblement plus vaste que les précédents. Ils emportent quatre tonnes d'essence et d'huile. Comme la consommation en carburant des quatre moteurs est d'environ 220 kilos par heure, ils peuvent donc tourner dix-huit heures à pleine puissance. La vitesse maximum qu'ils assurent au ballon étant estimée à 85 kilomètres à l'heure, le superzeppelin est susceptible de franchir une distance voisine de 1.500 kilomètres. En réalité, il faut réduire sensiblement ce chiffre, la montée exigeant

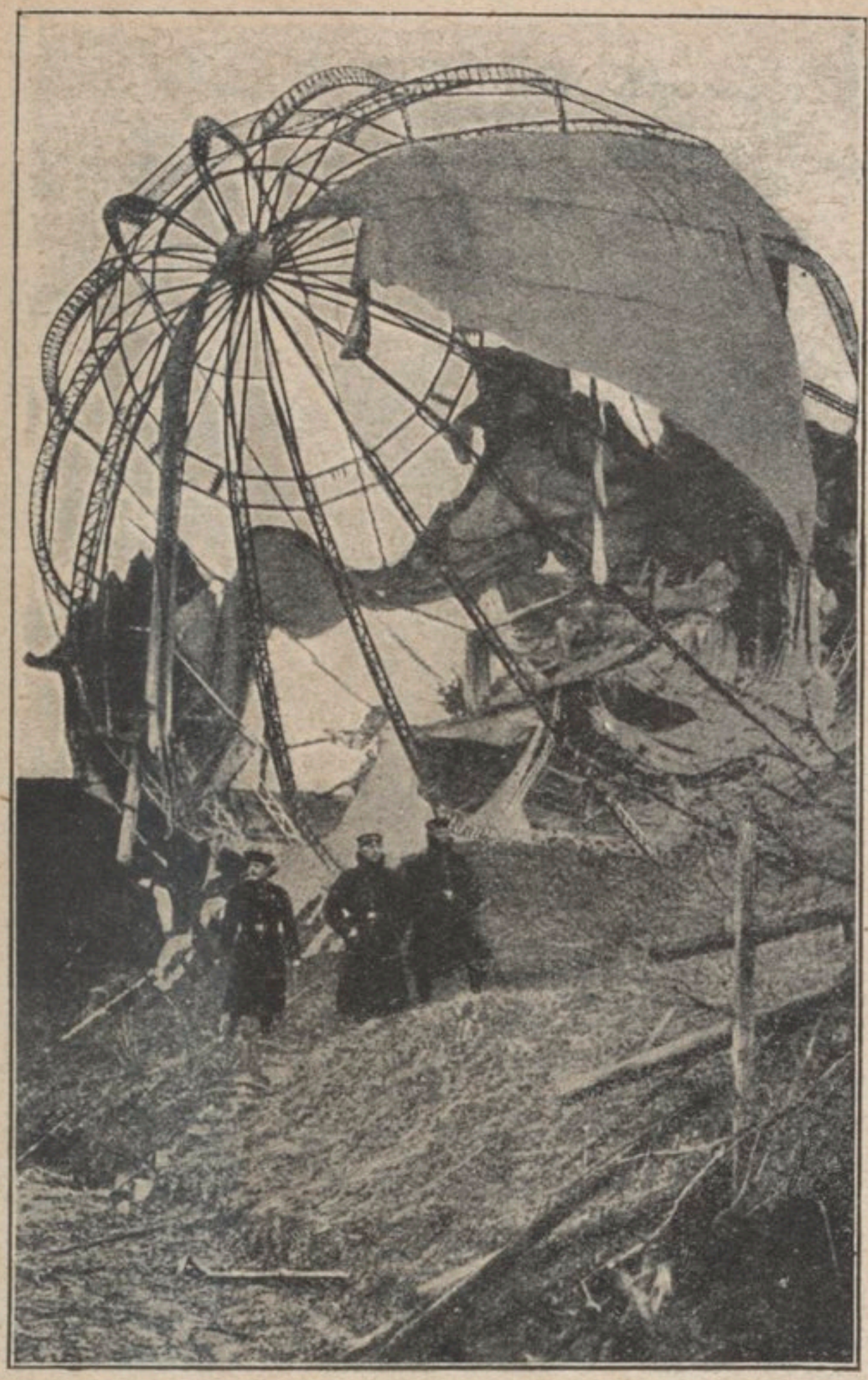


COMPARAISON ENTRE LE CHAMP DE VISIBILITÉ D'UN NAVIRE, ÉCLAIREUR D'ESCADRE, ET CELUI D'UN ZEPPELIN

une consommation de combustible évaluée à 10 o/o de la consommation totale.

Par contre, le superzeppelin pouvant évoluer avec deux moteurs seulement, il lui est ainsi possible d'économiser, au retour d'un raid, 110 kilos d'essence et d'huile par heure, environ.

En réalité, les superzeppelins sont capables d'effectuer des raids à 600 kilomètres de leur point de départ; ils peuvent voyager à 3.000 mètres de hauteur et atteindre très rapidement 4.000 mètres en se délestant de leur chargement de projectiles.



UN ZEPPELIN DÉTRUIT PAR LA TEMPÊTE

On estime à cinquante le nombre des dirigeables qu'ont perdus les Allemands depuis le début des hostilités ; dix-neuf furent abattus par le feu des canons ou des aviateurs alliés ; trente furent totalement anéantis au cours d'accidents.

Le prix de la piraterie

De juillet 1900 à août 1914, les Allemands ont construit vingt-sept zeppelins représentant un volume total de 503.665 mètres cubes. Sur ces vingt-sept dirigeables, dix furent détruits par accidents. D'autres furent mis hors d'usage par le temps.

La construction d'un dirigeable rigide est extrêmement coûteuse ; le prix de revient total d'un superzeppelin n'est certainement pas inférieur à 10 millions de marks.

Les Allemands ont perdu un très grand nombre de zeppelins depuis le début de la guerre. La destruction de dix-neuf dirigeables rigides — dix-sept zeppelins et deux schutte-lanz — a été officiellement annoncée par eux, d'août 1914 à septembre 1916.

En outre de ces dix-neuf dirigeables, d'autres furent détruits, soit à la suite d'accidents, soit sous le feu des Alliés, mais leur perte ne put être établie d'une façon certaine. Il n'est cependant pas exagéré d'estimer à cinquante le nombre des dirigeables allemands anéantis depuis le début des hostilités.

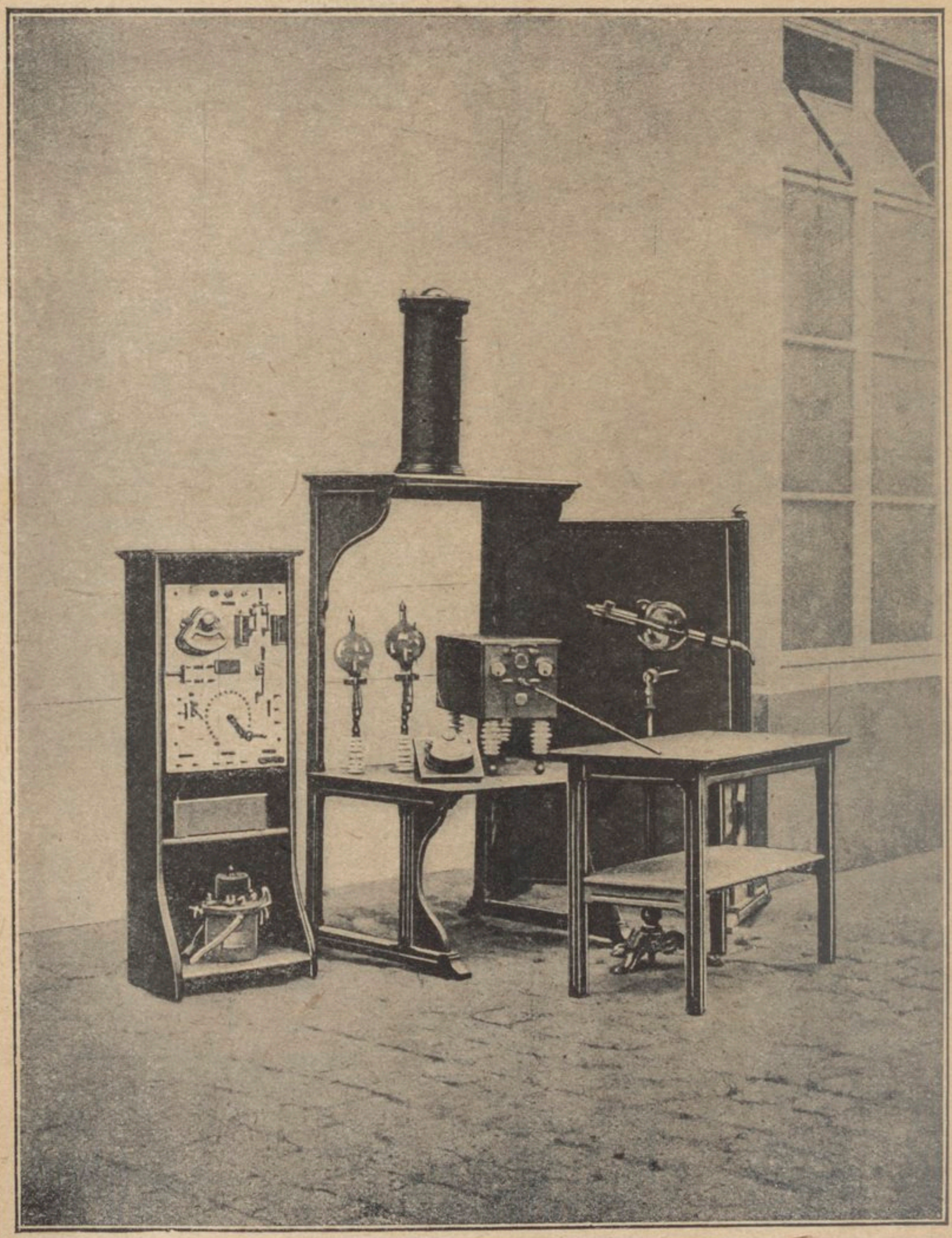
De tout ce que nous venons d'examiner, il ressort que les zeppelins, en dépit des perfectionnements très importants qui leur ont été apportés, n'ont pas eu un rendement proportionné aux dépenses énormes, en hommes et en argent, qu'ils ont occasionnées.

Si l'on s'en rapporte à des nouvelles venues de Suisse, les Allemands ont terminé la construction d'un nouveau type de dirigeable de 54.000 mètres cubes, long de 205 mètres, comportant quatre nacelles et six moteurs Mercédès d'une puissance totale de 1.400 chevaux. Ce serait un de ces monstres qui aurait été abattu le 24 septembre 1916 dans le comté d'Essex.

Nous sommes loin encore du *Titan-Super Zeppelin* annoncé par M. Karl von Wiegand, et capable d'emporter 50.000 kilos d'explosifs... Le correspondant du *World* oublie qu'un ballon ayant à son bord une telle charge devrait cuber 350 à 400.000 mètres !...

LOUIS MILL.

L'APPAREILLAGE RADIOMÉTALLOGRAPHIQUE



Au-dessus de la table, au premier plan : le tube « Coolidge » ; sur la tablette inférieure de la crédence : la boîte contenant la batterie d'accumulateurs, les appareils de mesure et de réglage et le milliampèremètre ; sur la tablette supérieure : le transformateur. A gauche : le tableau de réglage et ses commandes. A droite : paravent de plomb destiné à protéger l'opérateur.

ON PEUT AUJOURD'HUI PHOTOGRAPHIER A TRAVERS LES MÉTAUX

par Paul MEYAN

Il ne faut s'étonner de rien. La Science agrandit sans cesse son domaine et, chaque jour, nous ménage des surprises nouvelles. Qui eût osé, il n'y a pas longtemps encore, affirmer que l'on enregistrerait la parole humaine, que la pensée se transporterait d'un pôle à l'autre, sans fil conducteur, portée par les seules ondes aériennes, que l'homme deviendrait oiseau? Progrès immenses, du domaine public aujourd'hui. On ne s'inquiète plus du son nasillard d'un phonographe, on ne regarde plus les antennes de la tour Eiffel, et, quand passe, au sein des nuées, le rapide avion, c'est à peine si on daigne lever la tête.

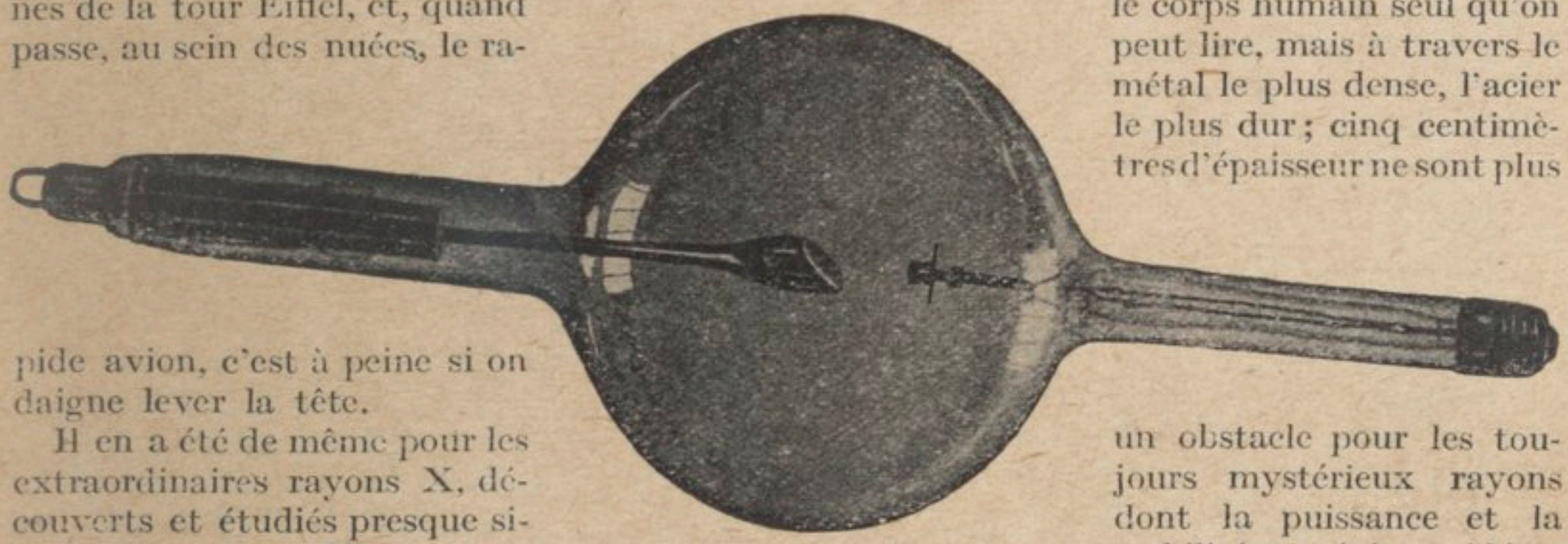
Il en a été de même pour les extraordinaires rayons X, découverts et étudiés presque simultanément par Rœntgen en Allemagne, Lenard en France et Crookes en Angleterre.

Etonnante révélation d'un mystère qui permettait de voir couramment à travers le corps humain, qui rendait à la médecine et à la chirurgie un inappréciable service.

La radioscopie et la radiographie nous semblent maintenant choses naturelles, d'autant plus naturelles et d'autant plus simples que l'on a essayé de les porter au delà du domaine médical et de les appliquer aux usages industriels et commerciaux.

Les premiers essais, dans cet ordre d'idées, ne donnèrent pas les résultats prévus. On se rappelle, en effet, que l'Administration des Douanes voulut utiliser les rayons X pour découvrir les objets de contrebande qui pouvaient être dissimulés à l'intérieur des caisses de marchandises passant aux frontières ; mais les rayons d'alors étaient insuffisants et ne pouvaient traverser les épaisseurs qu'on leur opposait. En outre, la manipulation de ces tubes et de ces engins encore insuffisamment connus était dangereuse pour des employés que leur origine et leur instruction n'avaient pas préparés à ce service spécial. On abandonna donc l'examen des marchandises et des caisses d'emballage à l'aide des rayons X.

Depuis ce temps, les savants ont travaillé, étudié, cherché, analysé, et, dans leurs laboratoires, puissamment organisés, ont obtenu de nouveaux résultats, réalisé de très sensibles progrès. Ce n'est plus désormais à travers le corps humain seul qu'on peut lire, mais à travers le métal le plus dense, l'acier le plus dur ; cinq centimètres d'épaisseur ne sont plus un obstacle pour les toujours mystérieux rayons dont la puissance et la stabilité ont été considérablement augmentées.



LE TUBE « COOLIDGE »

Ce tube, dernier perfectionnement des ampoules à rayon X, est le plus puissant construit jusqu'à ce jour.

Mais n'anticipons pas. Avant d'exposer les résultats acquis, il nous faut faire connaître et expliquer les moyens et dispositifs employés.

Les premiers tubes à rayons X sont devenus aujourd'hui de volumineuses ampoules, de dimensions et de formes bien différentes ; nous reproduisons ci-dessus un de ces appareils dénommé tube « Coolidge », du nom de son inventeur, le docteur William David Coolidge, ingénieur très distingué, attaché au laboratoire des recherches de la Général Electric Company, de Schenectady.

Nous n'avons pas en France l'équivalent de ces laboratoires que certaines grandes sociétés américaines mettent à la disposition de différentes branches de la Science. Celui de la G. E. Co. dispose de crédits annuels qui atteignent un million de francs, que l'on ne craint pas de dépasser quand la recherche en-

treprise semble en valoir la peine. Une brillante phalange d'ingénieurs y travaille sans cesse et a donné naissance à de nombreuses découvertes qui ont rémunéré au centuple les capitaux engagés. C'est ainsi que l'ingénieur Coolidge est le père du procédé de fabrication du tungstène malléable, grâce auquel on a crée la lampe à filament métallique étiré, découverte pour le moins aussi importante que celle du tube « Coolidge » dont nous nous occupons dans cet article.

Pour l'examen des métaux par les rayons X, les tubes couramment employés seraient, comme nous l'avons dit plus haut, insuffisants. Ils ne pourraient soutenir pendant un temps prolongé les intensités nécessaires à de telles expériences ; or, ce qu'un tube ordinaire ne peut supporter que pendant quelques secondes, le tube « Coolidge » peut le soutenir pendant un temps très long.

M. M. Pilon qui, dans son laboratoire d'Asnières, s'est particulièrement adonné à la mise au point et à l'application du nouveau tube à l'examen des métaux et de qui nous tenons les documents qui accompagnent cet article, nous explique que le tube « Coolidge » peut admettre pratiquement des voltages plus élevés et supporter des intensités beaucoup plus fortes que ceux permis aux tubes ordinaires ; il peut, par conséquent, émettre des rayons plus pénétrants en quantité plus grande. Il a surtout l'immense avantage de permettre les réglages, indépendants l'un de l'autre, et de la quantité et de la pénétration des rayons X. Il peut instantanément être replacé dans les conditions identiques d'une expérience précédente. Cette facilité de réglage permet d'ajuster aisément le rayonnement suivant la transparence des objets à traiter.

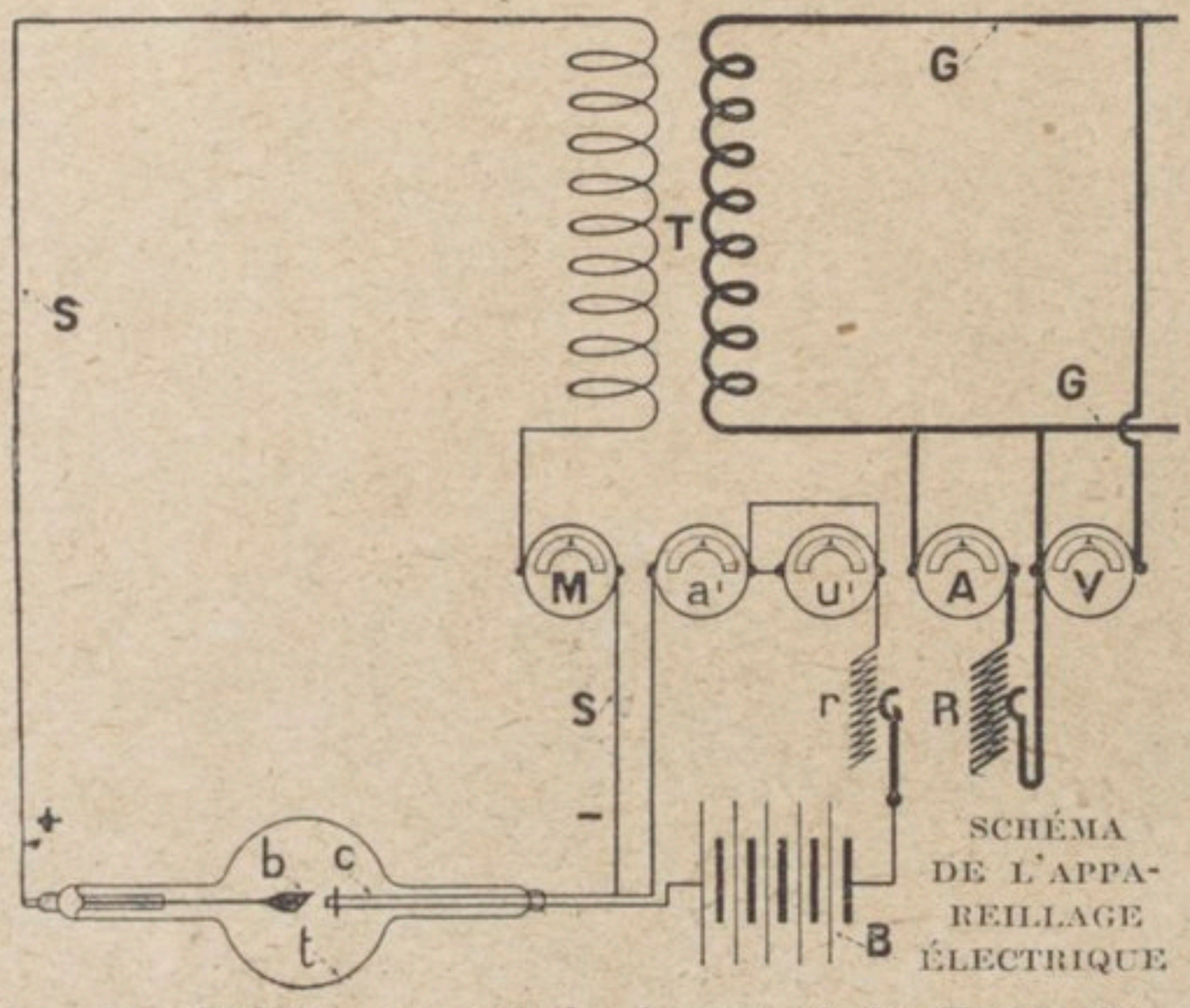


SCHÉMA DE L'APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE

t, *tube « Coolidge »* ; c, *cathode* ; b, *anticathode* ; T, *transformateur du courant à haute tension* ; SS, *connexions + et — du courant à haute tension* ; GG, *connexions + et — du courant à basse tension alimentant le transformateur* T ; A, V, R, *ampèremètre, voltmètre, rhéostat de réglage du courant à basse tension* ; M, *milliampèremètre du courant à haute tension* ; a^1, u^1, r, *ampèremètre, voltmètre et rhéostat de réglage du courant d'alimentation de la cathode* ; B, *batterie d'accumulateurs fournissant le courant à la cathode.*

Le tube « Coolidge », est un ballon de verre spécial d'un diamètre de 18 centimètres, portant deux appendices nommés *cols*. L'un et l'autre de ces cols contiennent des parties métalliques (électrodes) qui, soumises à l'influence de certaines décharges électriques, sont le siège de phénomènes qui donnent naissance à cette lumière invisible qu'on a baptisée, dès le début, rayons X.

Ces pièces métalliques (électrodes) portent des noms dont l'explication va nous obliger à une courte excursion dans le jardin des racines grecques ; l'une se nomme « cathode », du grec *kata*, en bas, et *cdos*, route, c'est l'électrode qui se connecte au signe —, pôle négatif ; l'autre porte le nom de « anode », du grec *ana*, en haut, et *odos*, route, c'est l'électrode qui se connecte au signe +, pôle positif ; on la nomme aussi anticathode parce qu'elle se trouve en face de la cathode ; c'est elle qui engendre les rayons X.

Pour opérer avec un tube « Coolidge », on se sert d'un appareillage similaire à ceux couramment employés pour les tubes ordinaires ; seule, l'adjonction d'une petite batterie d'accumulateurs est indispensable pour fournir un courant électrique au filament métallique qui constitue une des parties de la cathode. Le tube Coolidge a, en effet, cette particularité de ne pouvoir fonctionner que si le filament de la cathode est allumé.

C'est par le réglage du courant qui passera dans ce filament que l'on pourra modifier la quantité des rayons X que produira le tube, la pénétration de ces rayons n'étant régie que par les variations opérées sur le courant fourni par l'appareillage principal dont nous parlons plus haut. Donc, en faisant fonctionner la manette du rhéostat de l'appa-

reillage principal, on augmentera ou on diminuera la force de pénétration des rayons, et, en manœuvrant la manette du rhéostat placé sur la batterie d'accumulateurs, on règlera la dose du rayonnement.

Des appareils de mesure placés sur ces deux circuits permettent de suivre les variations désirées.

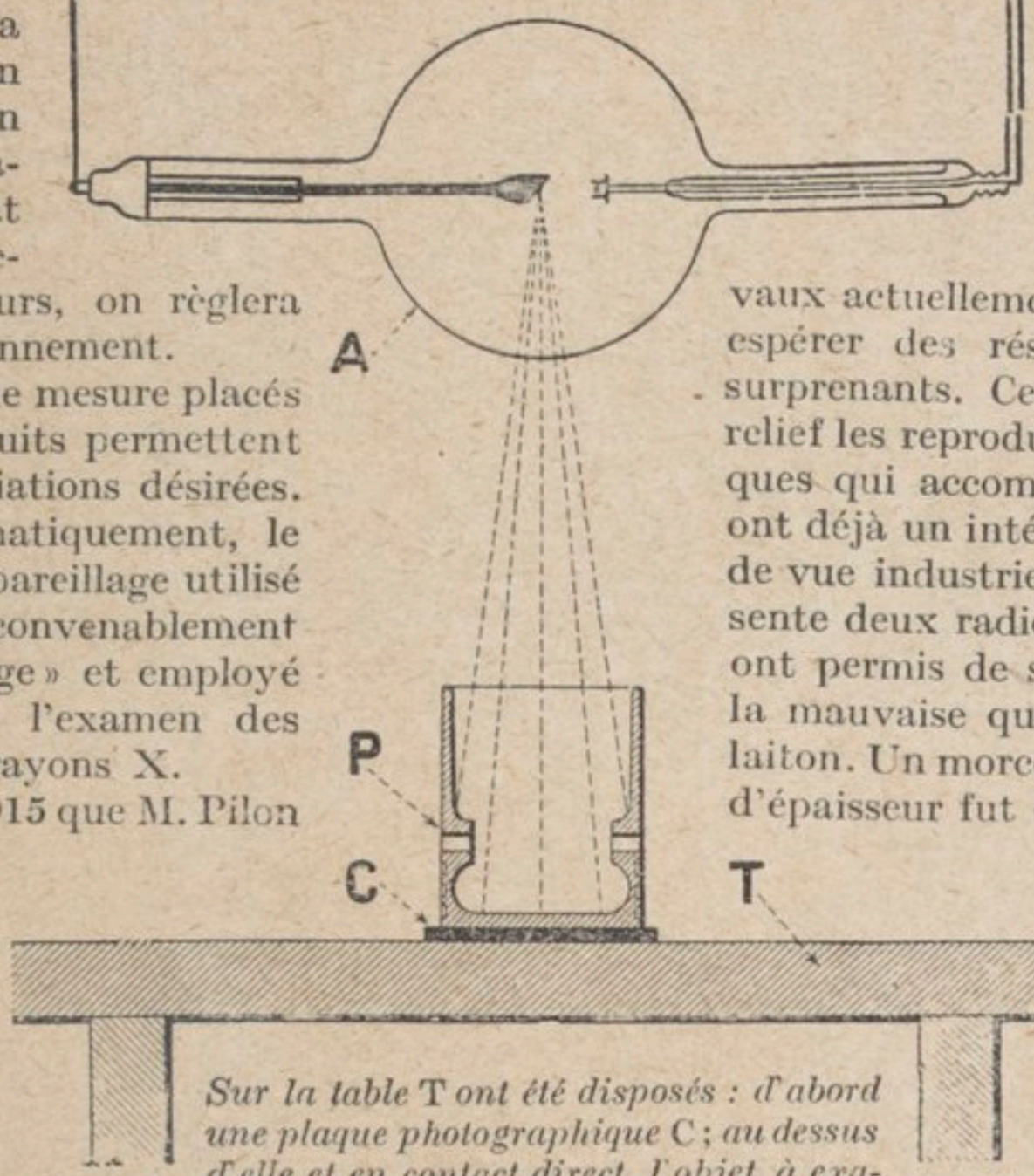
Tel est, schématiquement, le dispositif de l'appareillage utilisé pour actionner convenablement un tube « Coolidge » et employé pour procéder à l'examen des métaux par les rayons X.

C'est en juin 1915 que M. Pilon fut prié par une de nos grandes compagnies de chemins de fer de tenter quelques essais d'examen de métaux douteux. C'est avec un appareillage semblable à ceux employés jusqu'alors qu'il effectua ses premières expériences ; seules quelques modifications de détail furent apportées aux appareils : les moyens de protection de l'opérateur furent largement prévus, certains dispositifs pour la mise en place des objets à examiner, pour le repérage des distances et pour la localisation du rayonnement furent créés.

Les résultats obtenus furent satisfaisants, leur application au domaine industriel fit prévoir un champ d'expériences si étendu que, bientôt, un appareillage spécial, d'une grande simplicité de manœuvre était créé, et les recherches se poursuivaient avec succès.

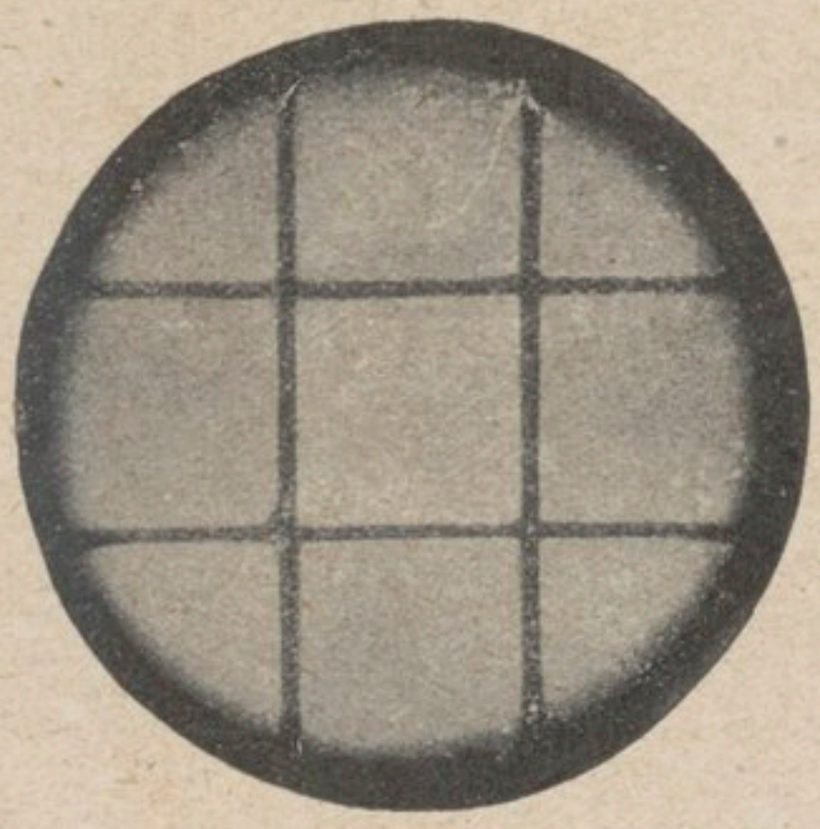
Il est démontré que le tube « Coolidge », grâce à la puissance de son rayonnement et à sa grande pénétration, permet, seul, d'impressionner une plaque photographique à travers une plaque de métal allant jusqu'à 5 centimètres d'épaisseur.

SCHÉMA DE L'INSTALLATION GÉNÉRALE POUR UN EXAMEN RADIOMÉTALLOGRAPHIQUE



Sur la table T *ont été disposés : d'abord une plaque photographique* C ; *au dessus d'elle et en contact direct, l'objet à examiner* P *(en la circonstance un piston de moteur) ; en* A, *l'ampoule. — Les rayons* X *émis de l'anticathode viennent impressionner la plaque à travers le fond du piston.*

Dans un avenir très prochain, ces données seront largement dépassées et les divers travaux actuellement en cours laissent espérer des résultats encore plus surprenants. Ceux que mettent en relief les reproductions photographiques qui accompagnent cet article ont déjà un intérêt capital au point de vue industriel. L'un d'elles représente deux radiométallographies qui ont permis de se rendre compte de la mauvaise qualité d'une barre de laiton. Un morceau de 20 millimètres d'épaisseur fut coupé au bout de la barre, une tranche de même épaisseur fut détachée au milieu de la barre. L'une et l'autre de ces deux éprouvettes, autrement dit de ces morceaux détachés pour être éprouvés, furent reconnus mauvais. Les fentes partant de la périphérie et se dirigeant vers le centre pouvaient à la rigueur se laisser deviner sur la croûte extérieure de la barre, mais les défauts découverts au scin même du métal ne pouvaient l'être que par la radiographie.

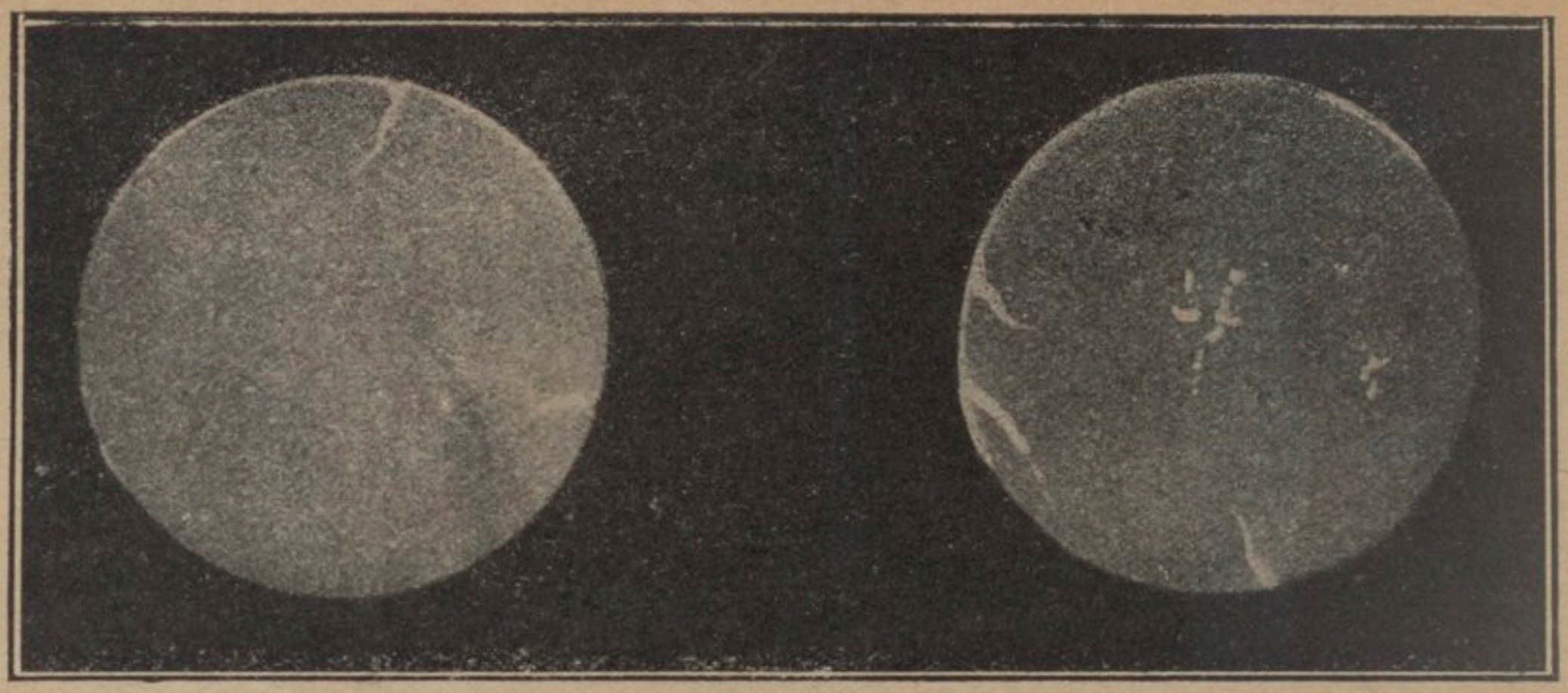


PHOTOGRAPHIE DU FOND DU PISTON

On y distingue les criques et soufflures révélées par les rayons X.

Un examen de ce genre peut être extrêmement rapide. Pour la nature de pièces semblables à celles que nous venons de citer, le rayonnement peut couvrir une surface utile d'au moins 40 centimètres carrés. Si donc on emploie une plaque photographique 30/40, c'est 48 morceaux de la grandeur de ceux figurés qui pourront être examinés en quelques secondes, en quelques minutes si l'on ajoute le temps du développement à celui de l'exposition

Une autre figure représente la section d'une barre de cuivre rouge portant un

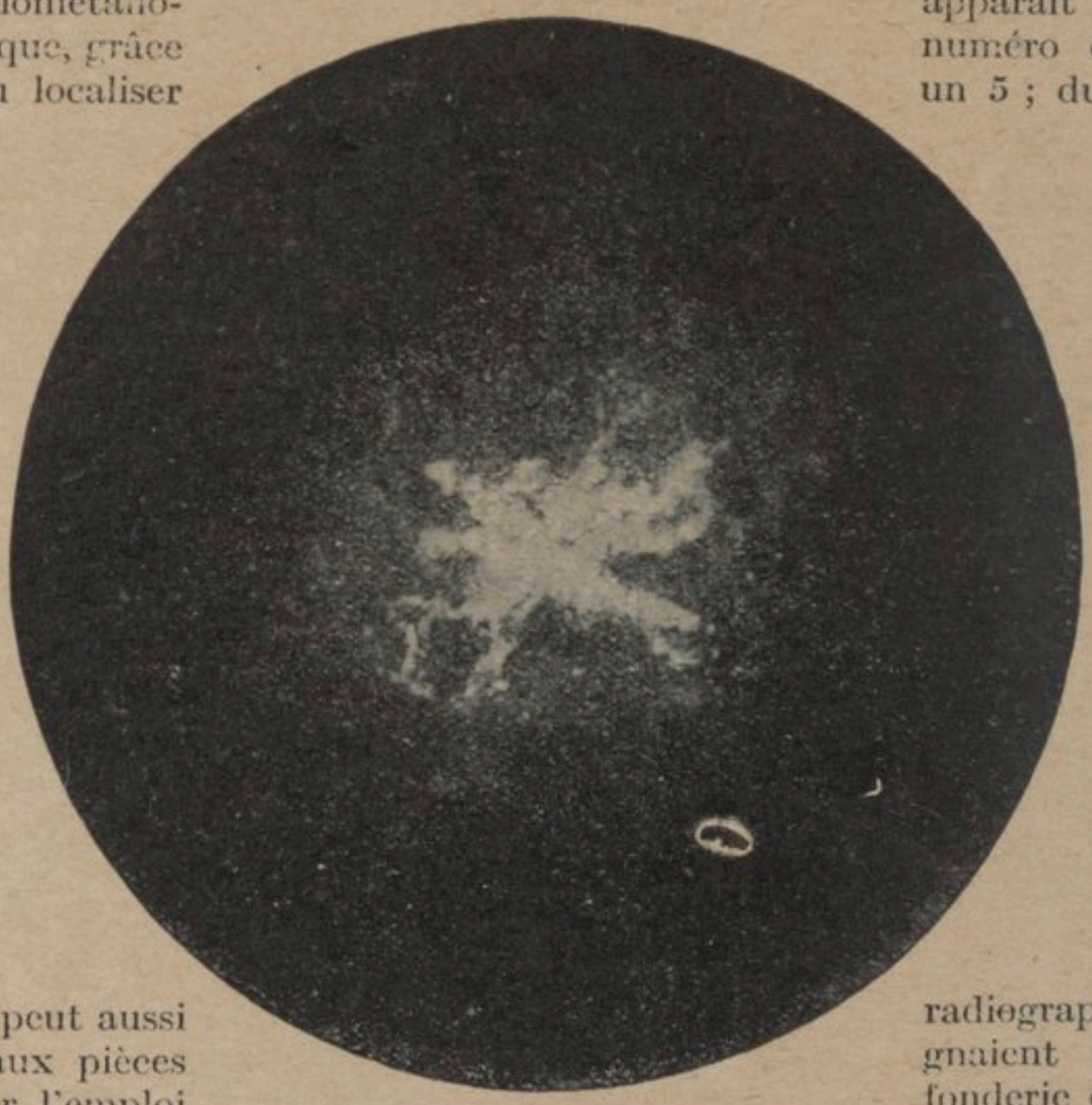


ÉPREUVES RADIOMÉTALLOGRAPHIQUES DE RONDELLES DE LAITON

Les traces blanches indiquent des fentes et des soufflures révélées dans le métal par les rayons X.

défaut d'étirage. Des criques, des soufflures ne sont pas seules visibles. La figure suivante nous fait voir une importante incorporation de scorie dans une plaque d'acier. L'aspect des faces ne laissait en rien supposer le défaut de l'importance de celui qu'a montré la radiométallographie, défaut que, grâce à elle, on a pu localiser exactement, délimiter, mettre à jour par sciage et étudier chimiquement ensuite.

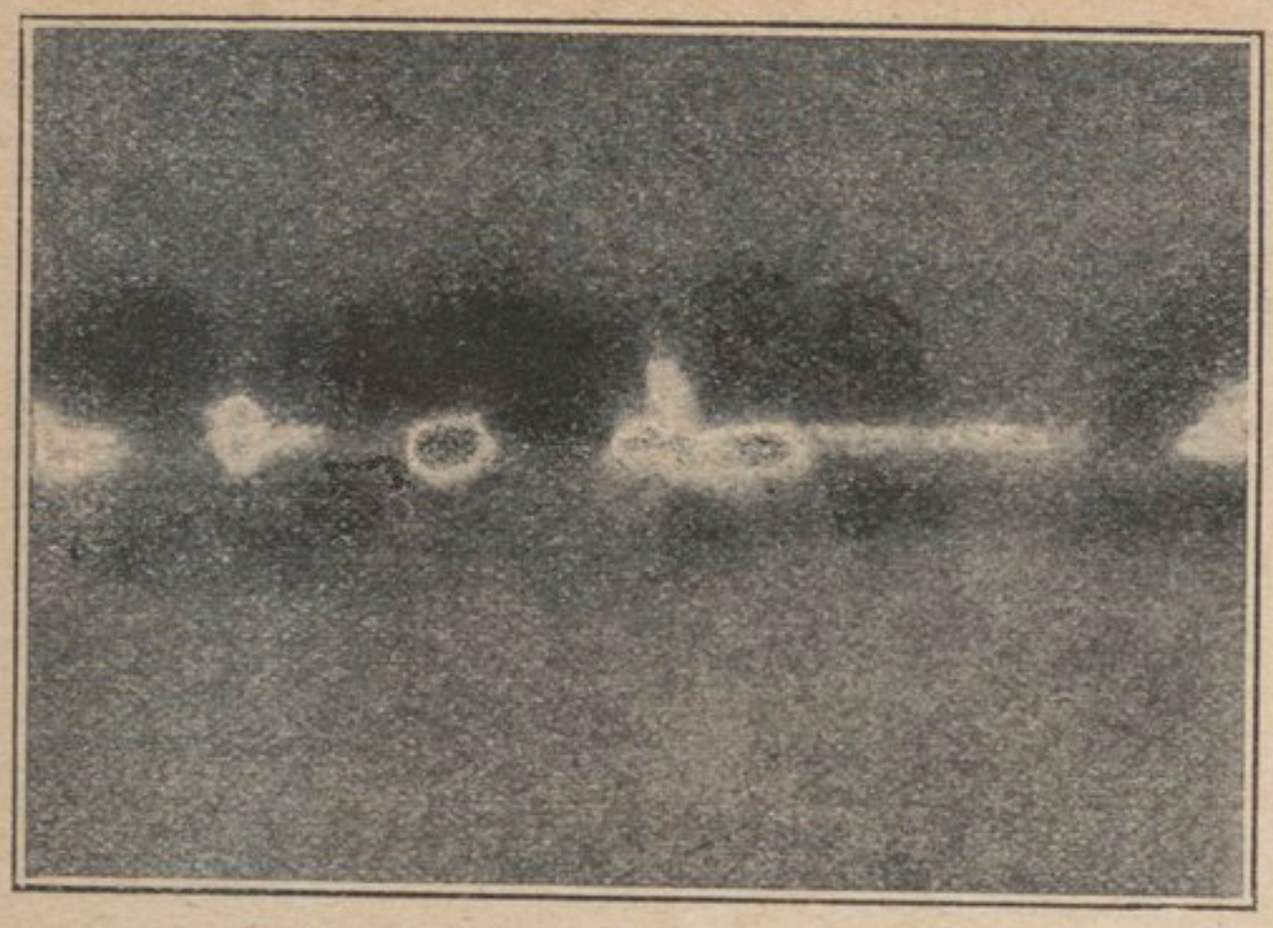
Mais, comme nous allons le voir plus loin, ce mode d'investigation qui nous fait pénétrer au sein même de la matière première avant son utilisation et, par conséquent, permet d'économiser tout un usinage inutile, peut aussi être appliqué aux pièces usinées et éviter l'emploi de pièces défectueuses. C'est, par exemple, une soudure autogène de deux plaques de fer reconnue mal faite ; la cassure de la pièce est venue pleinement confirmer le diagnostic de la radiographie.



RÉVÉLATION DU MANQUE D'HOMOGÉNÉITÉ DANS UNE PLAQUE D'ACIER

Dans d'autres cas, l'examen interne du métal peut révéler des défauts qui serviront de guide à une modification de fabrication, comme le montre la figure qui représente la paroi d'un appareil de bronze. Au centre est visible un logement d'axe sur lequel apparaît nettement un numéro d'ordre matricé, un 5 ; du renfort, qui se détache en un cercle noir, partent de nombreuses criques, issues d'un même point. Ces soufflures, absolument invisibles extérieurement, auraient pu être cause de la mise hors service de l'appareil, d'autant plus que, se retrouvant dans toute une même série de pièces consécutivement radiographiées, elles témoignaient d'un défaut de fonderie caractéristique.

On comprend aisément, en présence d'expériences aussi convaincantes, l'importance de l'appoint nouveau apporté à nos usines et entreprises industrielles dans l'étude et l'examen des matières premières qu'elles



SOUDURE AUTOGÈNE DÉFECTUEUSE

Les deux plaques de tôle de fer n'ont pas été convenablement soudées, et les parties blanches de la photographie correspondent au manque de métal.

emploient. Les rayons X vont désormais jouer le principal rôle dans les laboratoires spéciaux qu'elles ont installés à grands frais à cet effet. Ils étendront bientôt leur champ d'opérations et leurs applications se multiplieront à l'infini, justifiant ainsi les mots placés en tête de cet article: « il ne faut s'étonner de rien. »

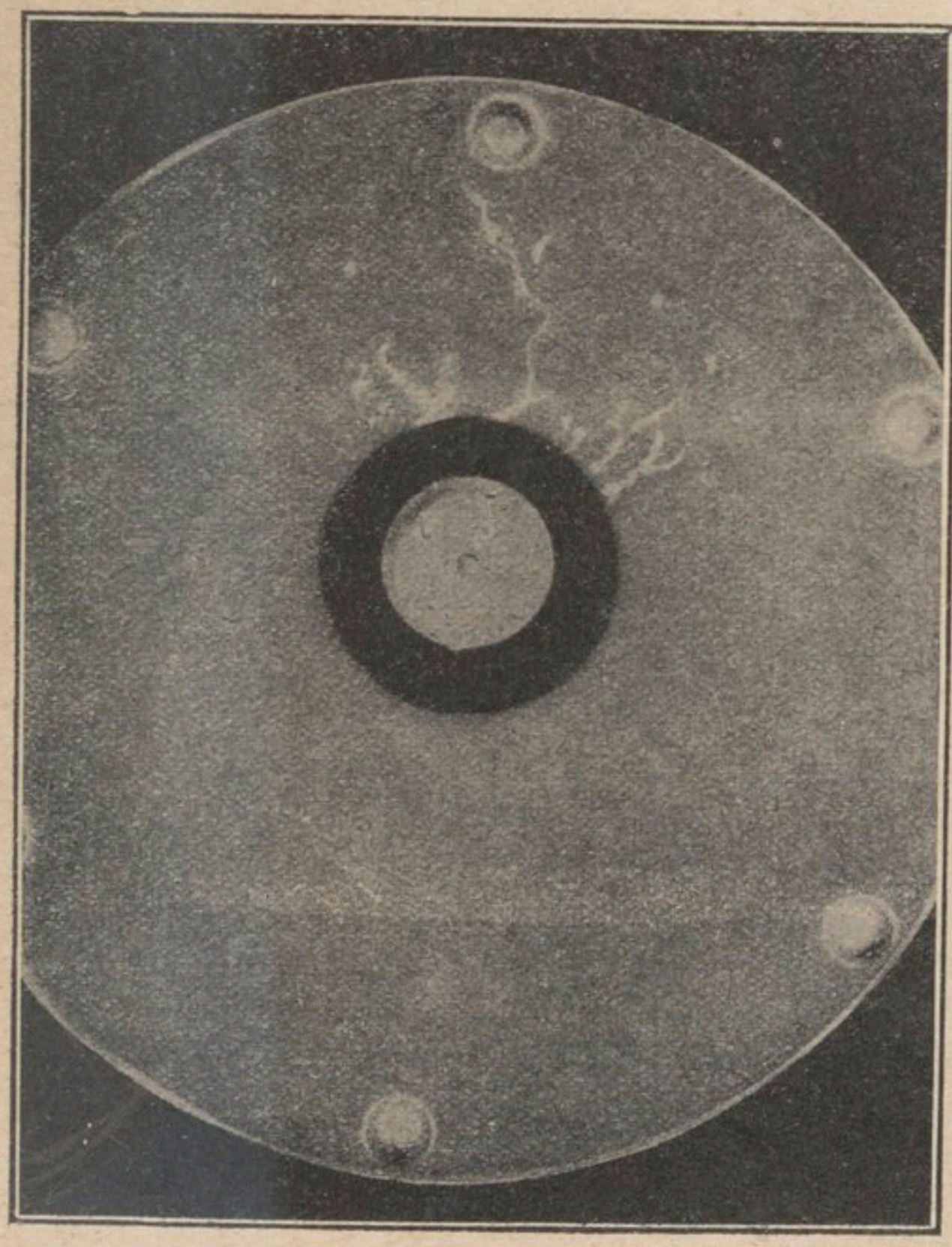
Les expériences de M. Pilon étaient à peine connues d'un petit nombre d'initiés que celui-ci fut l'objet de diverses sollicitations dont tertaines vacent la peine d'être contées.

Un jour, entre autres, il reçut la visite de deux personnes chaudement recommandées, qui lui tinrent à peu près ce langage :

— Vous serait-il possible d'obtenir des photographies d'une chambre dans une autre, à travers la cloison ?

— Je n'en ai pas fait encore l'expérience, répondit M. Pilon; la solution du problème que vous me posez dépend de beaucoup de conditions particulières.

— Je vous demande alors:



SOUFFLURES DANS UNE PIÈCE DE BRONZE USINÉE

La croyez-vous réalisable ?

— Pour vous répondre avec quelque certitude, encore faut-il savoir de quel genre d'opération il s'agit en l'espèce.

Et le questionneur, finalement poussé à dévoiler son secret désir, se décida à dire :

— Je puis être appelé à découvrir, sans qu'elle s'en doute, si telle ou telle personne que je reçois dans mon cabinet, dissimule une arme quelconque sous ses vêtements.

On devine qu'il s'agissait, en la circonstance, d'un détective averti qui désirait ajouter à ses ruses policières le pouvoir mystérieux des rayons X.

Le problème pouvait se résoudre ainsi : le tube à rayons X fonctionnerait dans une pièce contiguë à celle où attendrait le visiteur et projetterait sur lui son rayonnement à travers la closion contre laquelle un compère l'amènerait à s'adosser. Derrière la cloison opposée, un opérateur, muni d'un écran fluorescent, examinerait à son aise le personnage suspect et pour-

rait dévoiler ses projets homicides, l'écran faisant ressortir, sur la silhouette de son corps, la présence d'un revolver, d'un poignard ou d'une bombe. Grâce à la grande puissance du tube « Coolidge », cette expérience était réalisable. Nous ne savons si elle a été faite.

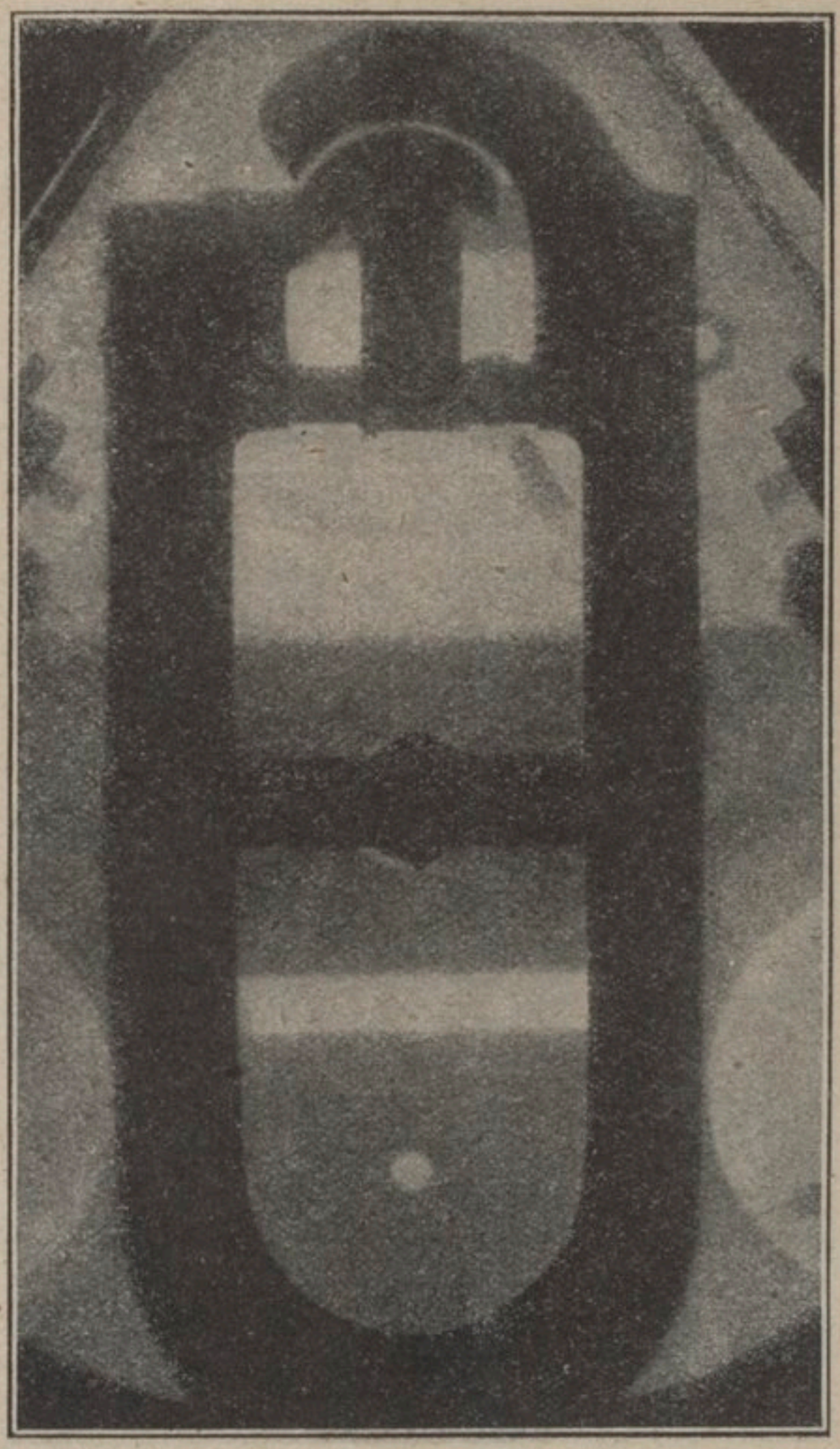
Une autre fois, par lettre, on demanda à M. Pilon si, à l'aide des rayons X on pourrait connaître le mécanisme de la serrure d'un coffre-fort. Pensant avoir affaire à quelque émule de la bande Bonnot, il n'y a pas répondu.

D'ailleurs, que n'ose-t-on pas demander encore aux rayons X ?

On les a utilisés, sous certaines doses, à activer la croissance des plantes. Auraient-ils donc recours à ce procédé, les fakirs indiens qui, en quelques minutes, font s'élever d'un mètre une herbe à peine sortie de terre ?

On peut, grâce aux rayons X, vieillir les vins et les alcools. C'est la ruine des gourmets qui placent dans leur cave une partie de leur fortune et lèguent à leurs enfants des crus pieusement conservés pendant de longues années. Devant une ampoule « Coolidge » placez un flacon habilement sali d'une épaisse couche de poussière et de quelques toiles d'araignée et vous vous donnerez l'agréable illusion d'un Chateau-X 1830 ou d'un antique Armagnac.

La recherche des diamants faux est un autre succès des rayons X. Le diamant faux fait généralement ombre sur l'écran, tandis que le diamant vrai reste transparent.



APPAREIL ÉLECTRIQUE RADIOGRAPHIÉ A TRAVERS UNE ÉPAISSEUR D'ACIER DE 20 MILLIMÈTRES

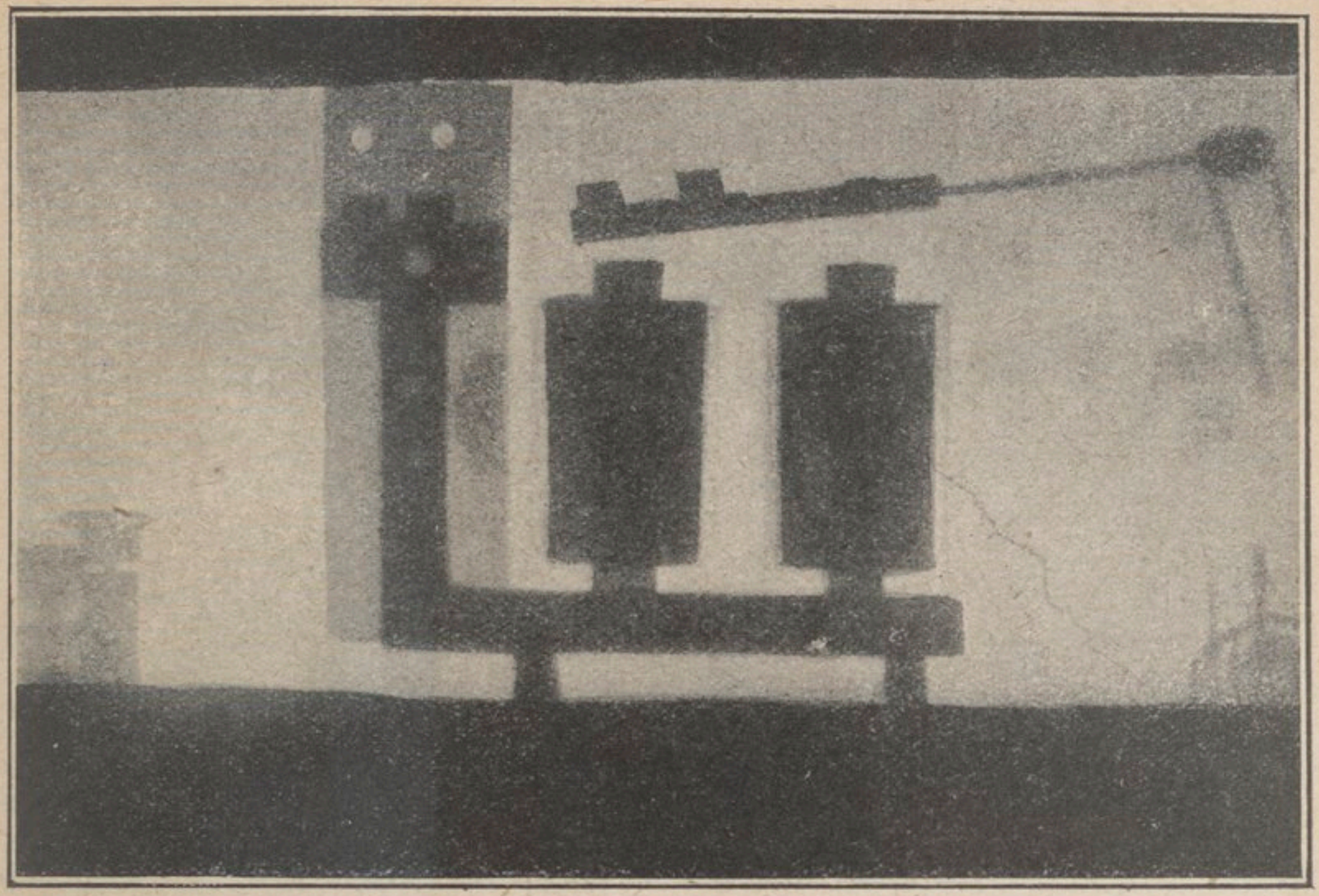
Cette expérience démontre clairement combien il serait facile de révéler, sans risques, les secrets de certains engins meurtriers à mécanismes intérieurs.

Ces différentes opérations bien connues que constituent les à-côtés amusants de la question, étaient pratiquement irréalisables avec les tubes ordinaires dont la vie normale atteint, dans les conditions les plus favorables, à peine une centaine d'heures. Certains tubes « Coolidge », au contraire, grâce auxquels ces problèmes ont été résolus, ont dépassé 1.000 heures de service.

Il est des cas particuliers d'application qui empruntent aux événements une actualité grande. Nous voulons parler de l'examen des engins de guerre nouveaux imaginés par l'ennemi et dont nous ignorons le mécanisme intérieur. Des bombes, grenades, obus de formes et d'aspect inaccoutumés tombent parfois sans éclater dans nos lignes. Nous avons grand intérêt à connaître ce qu'ils renferment avant d'en opérer tout démontage. Ne serait-il pas logique et bien moins dangereux d'employer pour ces investigations les rayons X ?

Une expérience des plus intéressantes a été faite pour démontrer combien était simple et facile une opération de ce genre. Entre deux plaques de métal qui représentent les parois de l'obus, a été interposé un appareil de mesure électrique, analogue comme dispositif et organes au mécanisme employé pour provoquer et régler l'inflammation d'un explosif.

La photographie de cette expérience montre de façon frappante les moindres détails du mécanisme électrique ; les bornes,



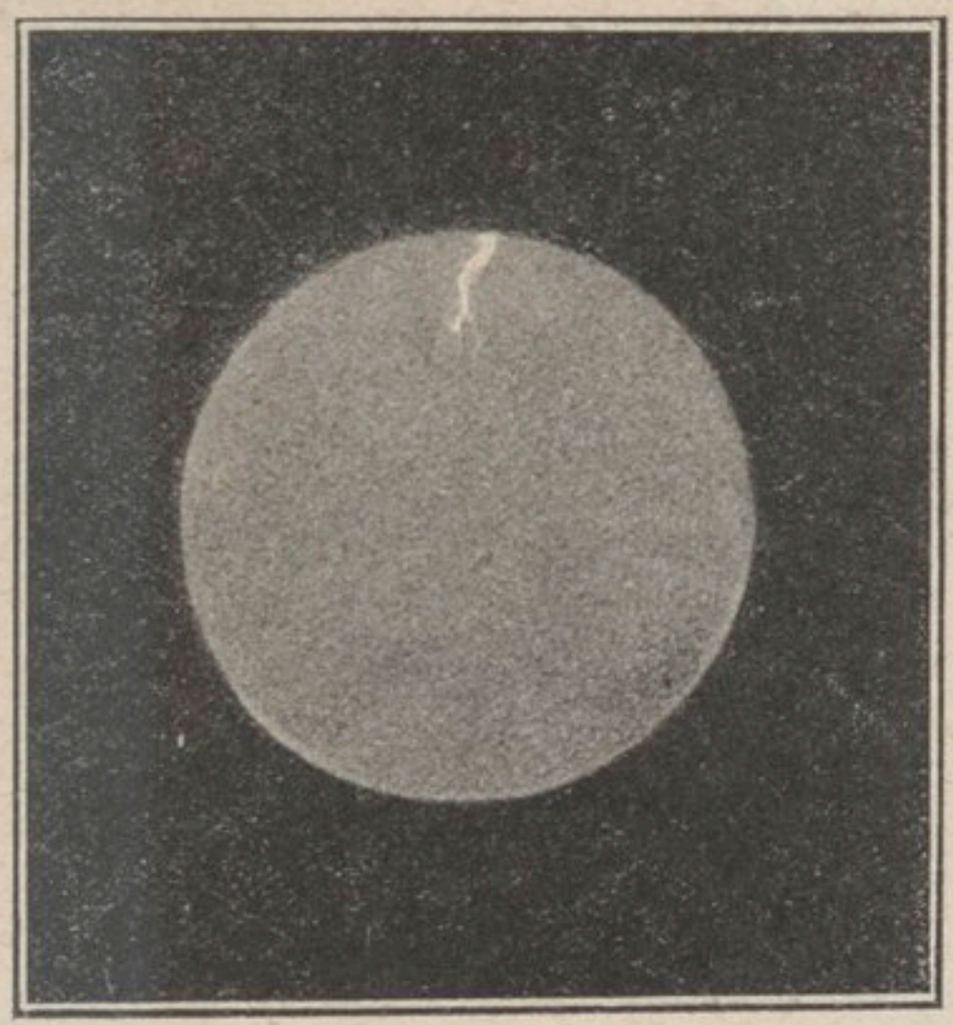
RELAI ÉLECTRIQUE RADIOGRAPHIÉ A TRAVERS 28 MILLIMÈTRES D'ACIER

L'épreuve radiographique reproduite ci-dessus montre nettement les organes qui constituent le relai : bornes d'arrivée du courant à gauche, l'électro-aimant, etc.

les fils conducteurs, les aimants, le bobinage, le ressort de rappel sont nettement très visibles malgré les parois d'acier formant une épaisseur de deux centimètres.

Qu'il s'agisse de bombes, d'obus ou de mines sous-marines, la prompte utilisation des rayons X s'impose pour les besoins de la défense nationale, en quelques circonstances que ce soit.

Les Allemands n'ont-ils pas imaginé, dans leurs postes-frontières, d'installer des chambres de visite spéciales, munies de tables radiographiques sur lesquelles les voyageurs sont invités à s'étendre afin que l'on puisse s'assurer s'ils n'introduisent rien en fraude ? Rayons X toujours !



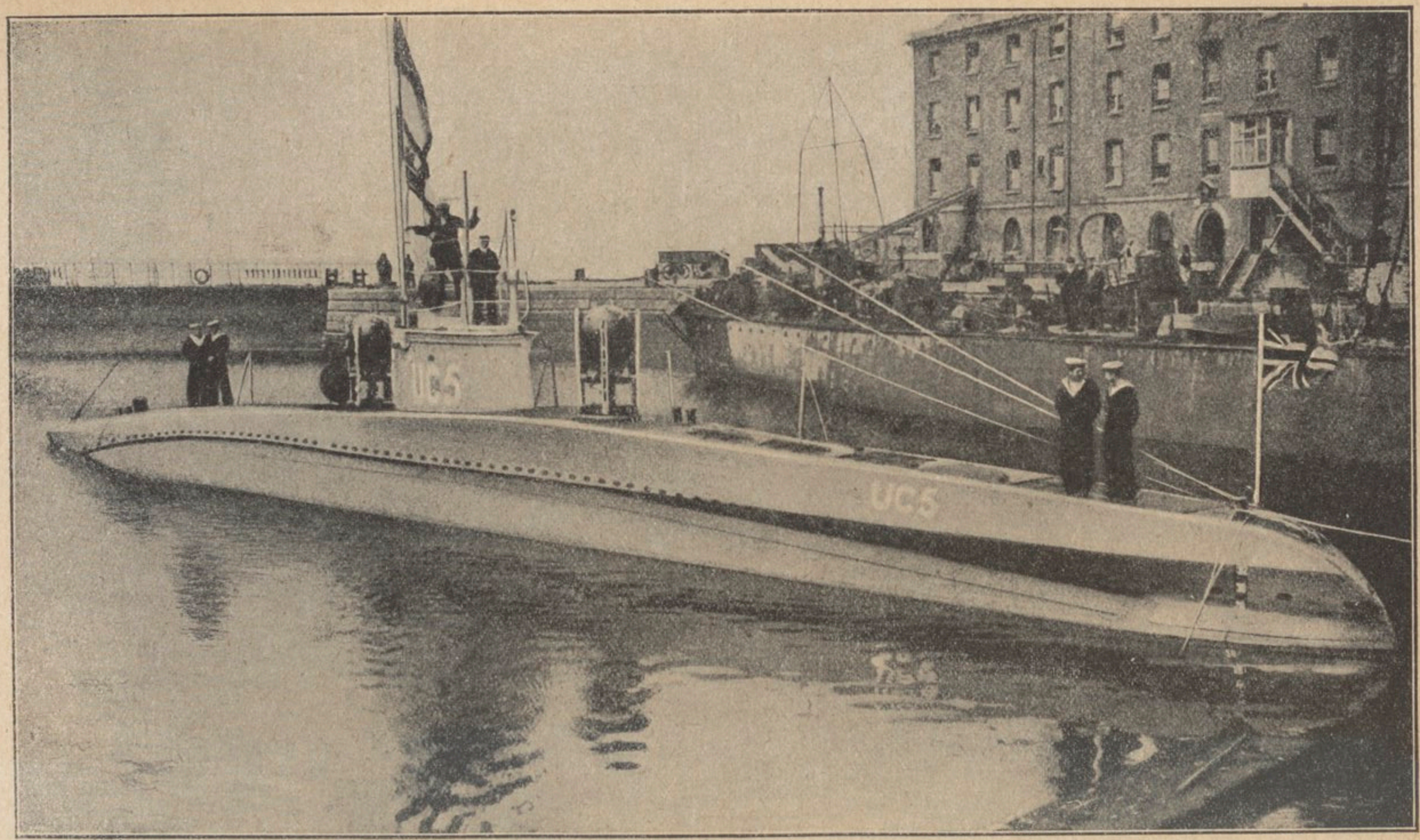
RADIOMÉTALLOGRAPHIE D'UNE RONDELLE DE CUIVRE ROUGE FISSURÉE

Ah ! ce rayon invisible qui pénètre les plus épaisses ténèbres, qui, sans flamme et sans chaleur, brûle et détruit les tissus, qui transperce les cuirasses, fouille et devine les secrets les mieux défendus, c'est lui le roi des détectives !

Il n'exercera réellement tout son pouvoir que lorsque la grande industrie fera appel à ses propriétés souveraines pour se prémunir contre les défaillances insoupçonnées de la fabrication.

Puissance mystérieuse que l'on commence à peine à diriger, sans encore la connaître, deviendras-tu, aux mains des peuples, une arme terrible ou une bienfaisante Providence ?

PAUL MEYAN.



BATTANT PAVILLON BRITANNIQUE, LE SOUS-MARIN MOUILLEUR DE MINES ALLEMAND « UC-5 » FAIT SON ENTRÉE DANS UN PORT ANGLAIS

Par temps brumeux un destroyer anglais découvrit à courte distance le sous-marin ennemi et le contraignit à se rendre. Un matelot tenta en vain de faire sauter le navire. Après mille difficultés, dues surtout à la présence à bord de douze mines armées, le destroyer put ramener sa prise.

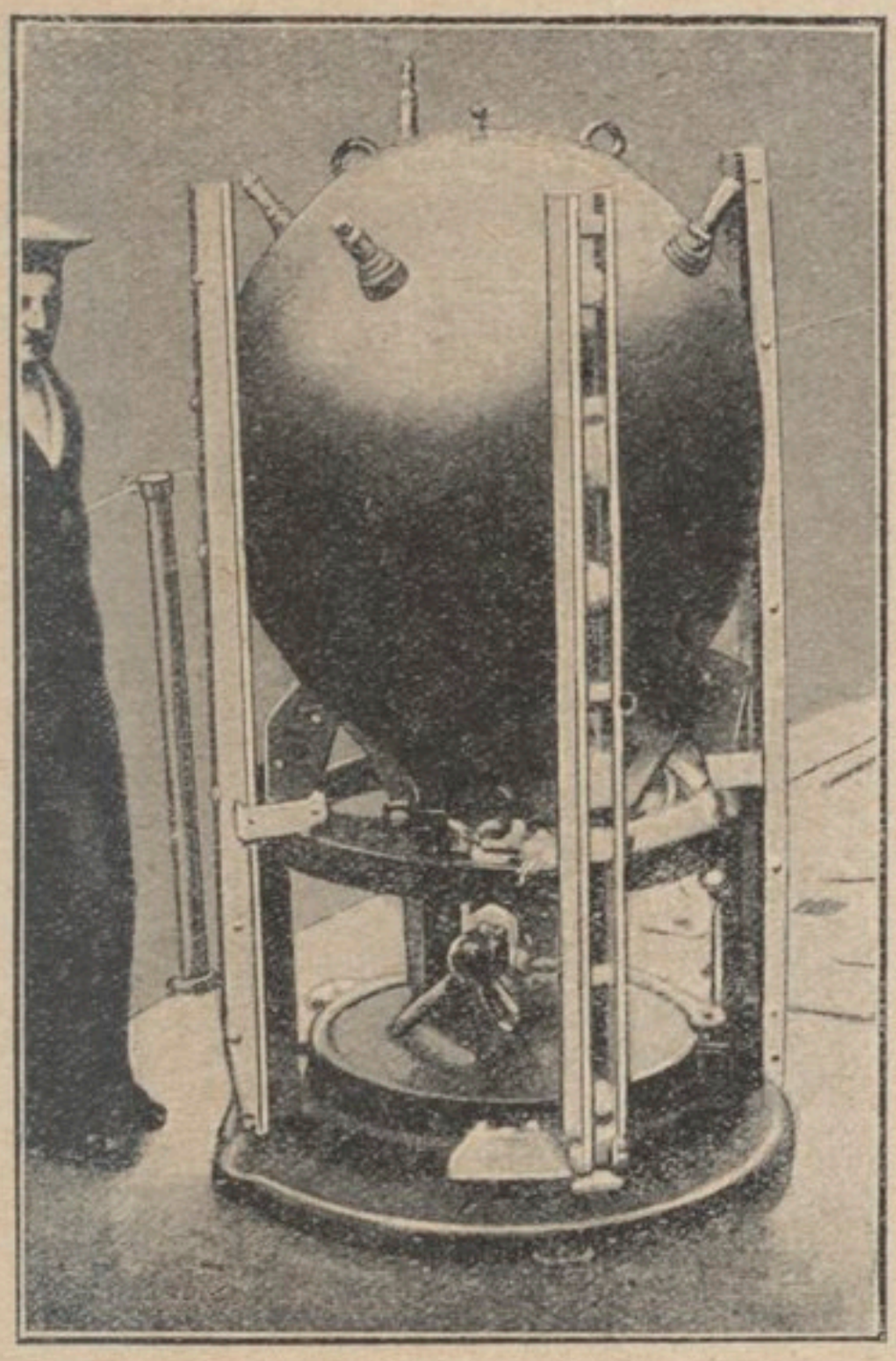
L'UTILISATION DES SOUS-MARINS POUR LE MOUILLAGE DES MINES

Par René BROCARD

INGÉNIEUR ÉLECTRICIEN, BREVETÉ DE L'ÉCOLE DES TORPILLES

Bien avant que les marines alliées n'aient réussi à capturer des sous-marins mouilleurs de mines ennemis, il n'était que trop évident que les Allemands et les Autrichiens se servaient de semblables navires pour nuire à la navigation des flottes alliées, tant de guerre que de commerce, et, par surcroît, à la navigation neutre. Pourtant, ce ne sont pas eux qui ont songé les premiers à cette nouvelle utilisation du sous-marin et, poussés par les circonstances, ils n'ont fait que réaliser pratiquement une idée qui n'était pas encore, dans les autres marines, sortie du domaine expérimental ou des projets, ce qui d'ailleurs est à leur éloge.

Le premier sous-marin spécialement conçu pour mouiller des mines fut lancé par la Russie en 1912 et baptisé le *Crabe*. Ses plans furent dressés par l'ingénieur naval Naletoff. Son déplacement était de 500 à 700 tonnes ; il pouvait porter 60 mines et possédait les appareaux nécessaires pour les mouiller sous l'eau.



MINE MOUILLÉE PAR CERTAINES CLASSES DE SOUS-MARINS ALLEMANDS

Elle est, avec son crapaud, placée dans une cage qui facilite son arrimage et sa mise à l'eau.

Ce sont là les seuls renseignements que nous possédons sur ce navire, mais nous savons que l'Américain Lake a vendu, vers la même époque, à l'Amirauté russe, au moins un sous-marin mouilleur de mines du type qu'il a inventé et perfectionné.

On sait aussi que des plans furent également préparés en Russie pour la construction d'un croiseur sous-marin capable de porter 120 mines en même temps que de nombreux tubes lance-torpilles ; mais il semble que ce navire soit resté à l'état de projet, tout au moins jusqu'en 1914.

Naturellement, les Allemands s'intéressèrent beaucoup au *Crabe* ainsi qu'au sous-marin *Lake*, dont il sera parlé plus loin, et, si l'on en croit une information du *Prometheus*, reproduite à la fin de cet article, ils auraient aussi repris l'idée, née en Russie, de croiseurs sous-marins mouilleurs de mines, formidablement armés. Quoi qu'il en soit, on est à peu près certain qu'ils commencèrent immédiatement des expériences pour leur propre compte et qu'ils les poussèrent avec la plus grande célérité.

Considérons rapidement les caractéristiques du sous-marin mouilleur de mines Lake. Comme tous les bâtiments dus à cet inventeur, il possède des roues pour marcher sur le fond de la mer, des plans de stabilisation, des tubes lance-torpilles rotatifs montés sur le pont à la façon de ceux des torpilleurs, des canons, un poste de vigie placé à l'avant, pourvu d'un puissant projecteur, et un compartiment de plongée en communication avec un sas permettant à un scaphandrier de quitter le bord, lorsque le

COUPE D'UN SOUS-MARIN MOUILLEUR DE MINES AMÉRICAIN, TYPE LAKE, MONTRANT COMMENT LES ENGINS SONT EMMAGASINÉS ET MIS A L'EAU

navire repose sur le fond, pour explorer celui-ci, dégager la route des obstructions, couper les orins de mouillage des mines rencontrées, etc. Le compartiment de plongée et le sas offrent aussi aux hommes de l'équipage, un précieux moyen d'abandonner le navire en cas d'avarie grave et de remonter à la surface.

Seulement, le compartiment de plongée est plus vaste, car il n'est plus seulement utilisé pour revêtir les vêtements de scaphandre : il sert aussi de relai pour mouiller des mines par le sas. A cet effet, le compartiment en question, placé dans le fond et au centre du navire, est relié à des compartiments adjacents renfermant deux étages de mines pourvues de leurs crapauds et soigneusement arrimées. Les engins sont amenés un par un dans le compartiment de plongée où on met en place leur détonateur ; ces manœuvres, ainsi que l'introduction des mines, toujours une par une, dans le sas, sont facilitées par des rails et des palans. Pour effectuer un mouillage, on fait entrer une mine dans le sas ; on ferme ensuite hermétiquement l'ouverture en communication avec le compartiment de plongée, puis, au moyen d'organes de commande placés dans ce dernier compartiment, on ouvre la trappe du sas : la mine tombe à la mer tandis que l'eau fait irruption dans le sas ; une chasse d'air comprimé fait alors la vidange de ce dernier. Si le sas est à air (ce qui est bien préférable pour la sortie et la rentrée des plongeurs) avant d'en ouvrir la trappe, on admet de l'air comprimé à l'intérieur, jusqu'à équilibrer la pression de l'eau extérieure ; on ouvre alors la trappe tout en maintenant la pression de l'air dans le sas de manière à empêcher l'irruption de l'eau ; mine et crapaud tombent et on referme la trappe.

Ce système de mouillage de mines par sas a l'inconvénient d'exiger une manœuvre préparatoire assez longue et toujours délicate. Par contre, l'encombrement de l'installation se réduit à peu près à l'espace occupé par les mines approvisionnées puisque le compartiment de plongée et le sas sont des caractéristiques permanentes des sous-marins de l'ingénieur Lake.

Pour que le mouillage des mines n'altère pas l'emménagement et l'encombrement des sous-marins, on a songé un moment, dans diverses marines, à loger les mines dans les superstructures, c'est-à-dire à l'extérieur de la coque, en prévoyant un système de verrouillage commandé de l'intérieur, pouvant libérer les engins au moment opportun. Cette conception a dû être abandonnée pour plusieurs raisons dont la principale est que les mines devaient être munies à demeure de leur détonateur, puisque, le sous-marin étant en plongée, on n'avait plus aucun moyen d'y accéder. Dans ces conditions, le risque d'explosion prématurée était très grand : et pendant la marche en surface ou demi-surface, par suite du choc des lames, ou en cas d'abordage, et lors du déverrouillage, si une mine venait à rester accrochée à la coque et à heurter celle-ci ou si elle venait à être rejetée par une lame de fond contre les flancs du sous-marin. Et puis, cette disposition exposait les mines aux embruns et aux paquets de mer pendant la marche en plongée, toutes conditions devant forcément compliquer le système d'arrimage, de verrouillage, d'entretien et de conservation des engins à bord.

La critique des deux dispositions mentionnées ci-dessus montre bien qu'un sous-marin mouilleur de mines doit : *a)* pouvoir mouiller rapidement et avec sécurité tous ses engins ; *b)* porter toutes ses mines à l'intérieur.

L'installation des sous-marins mouilleurs de mines allemands semble être inspirée de ces deux desiderata. Nous allons la faire connaître dans ses grandes lignes par la description suivante d'un sous-marin du type de l'*UC*-5, capturé par les Anglais il y a quelques mois et exposé à Londres :

La coque du navire est de section circulaire ; elle mesure 34 mètres de longueur et son diamètre à la partie la plus large n'excède pas 3 mètres. Le tirant d'eau en pleine charge et en navigation de surface est d'environ 2 m. 75. La verticale s'élevant du niveau de la quille au sommet du capot du kiosque n'a pas plus de 6 mètres de hauteur. Le

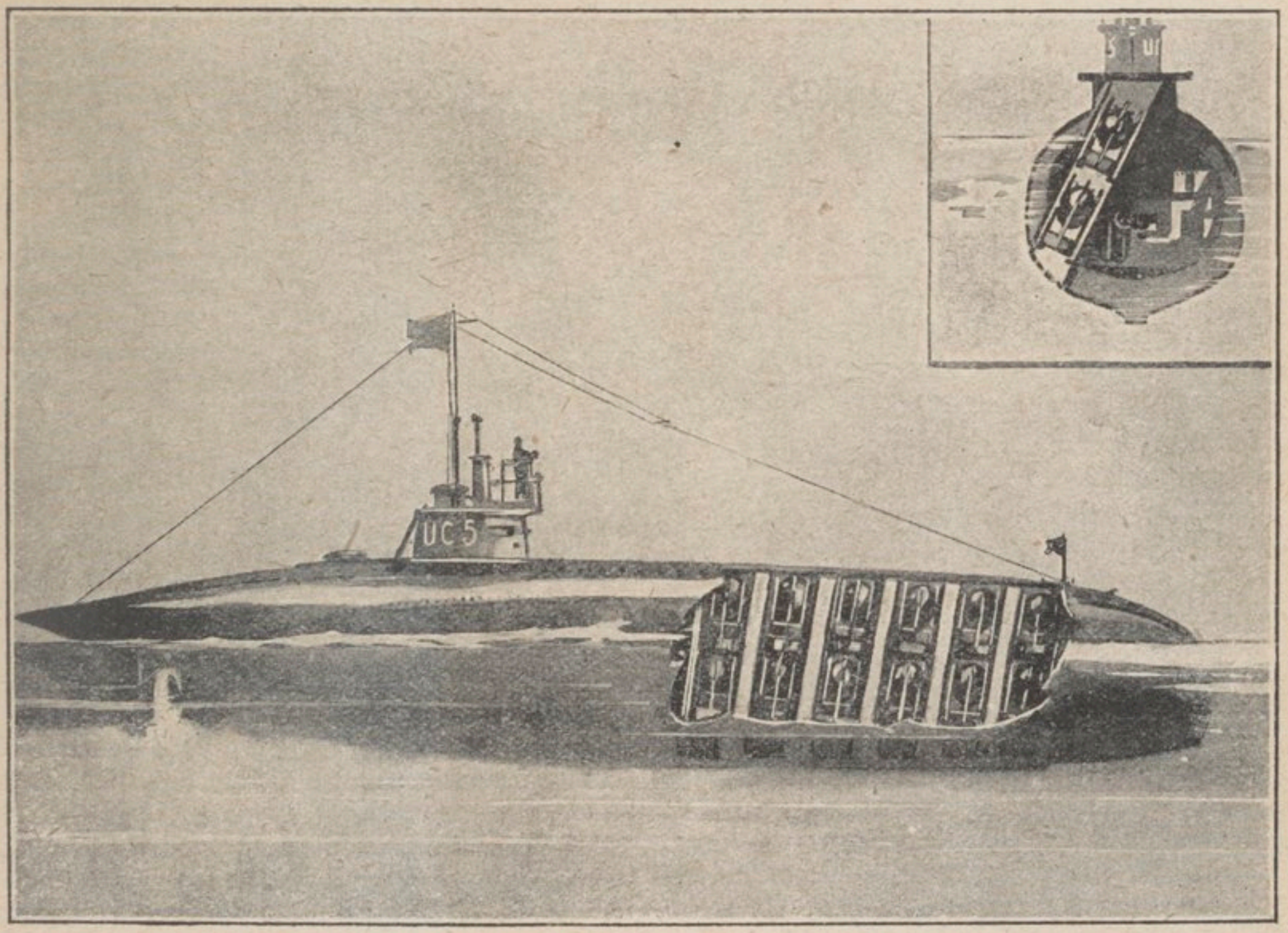


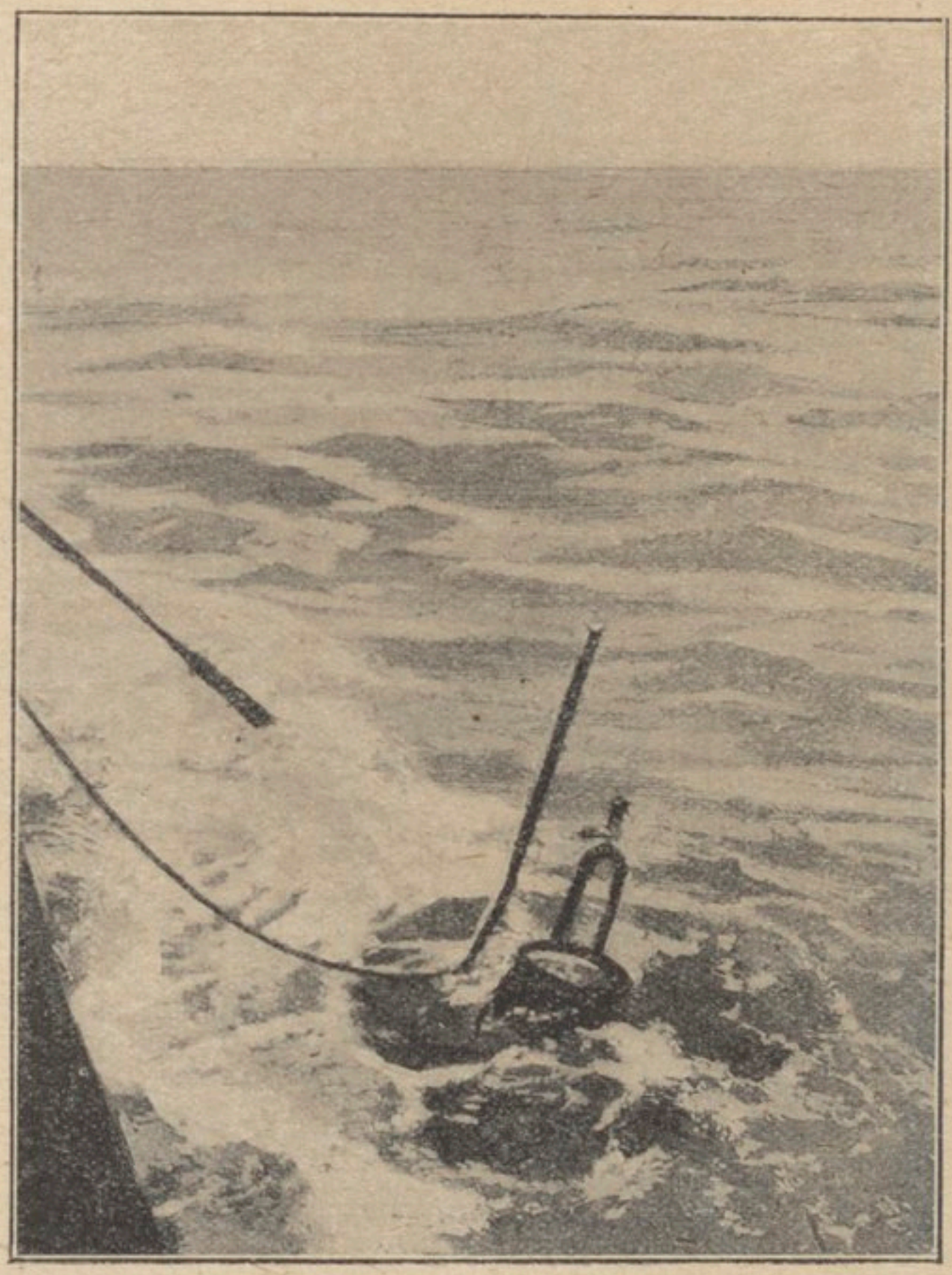
ILLUSTRATION DE LA MANIÈRE DONT LES SOUS-MARINS ENNEMIS PORTENT LEURS MINES

La gravure se réfère au type allemand UC, *mais la disposition ne varie pas sensiblement d'une classe à une autre. Elle consiste à répartir les mines dans des puits inclinés d'avant en arrière et de droite à gauche en regardant l'avant (voir le dessin en exergue) Chaque puits peut être mis en communication avec la mer au moyen d'une trappe à charnière placée à sa partie inférieure.*

navire déplace environ 178 tonnes en surface et 194 tonnes en immersion. C'est dire s'il a peu de flottabilité. Il possède une coque simple portant à l'extérieur et de chaque côté, les réservoirs ordinaires de ballast.

Sur un peu plus d'un tiers de la longueur du bateau, à partir de l'avant, sont répartis six puits verticaux traversant le navire de part en part et dont les ouvertures supérieures, qui prennent jour sur un pont étroit formé d'une superstructure légère courant de l'avant jusqu'à l'arrière, sont recouvertes par des caillebotis. Chaque puits peut être mis en communication avec la mer par sa partie inférieure, laquelle est munie, à cet effet, d'une trappe à charnière. Les puits sont légèrement inclinés sur la verticale : d'avant en arrière, et, plus fortement, de droite à gauche en regardant l'avant. Il s'ensuit que, au moment de leur mouillage, les mines pénètrent dans l'eau dans le sens inverse au sens de la marche du navire et que si, venant accidentellement à se séparer de son crapaud au moment même du mouillage, l'une d'elles remonte brusquement à la surface, elle ne peut choquer la carène du sous-marin. Chaque puits renferme deux mines placées l'une au-dessus de l'autre.

Elles sont entourées, chacune, avec leurs crapauds d'ancrage, d'un châssis ou cage formé d'un plateau sur lequel repose le crapaud, et de quatre montants verticaux en fer fixés au plateau par des charnières. Chaque montant possède quatre galets qui portent contre les parois internes du puits et deux possèdent, en outre, des galets à profil spécial qui courent sur des rails disposés verticalement dans le tube, pour empêcher, au moment de la mise à l'eau de la mine, que l'engin tourne sur lui-même dans sa descente. Des cavités ménagées dans les puits recèlent des pistons dont les têtes maintiennent les mines en position correcte.



LE KIOSQUE DE L'« UC-5 » A FLEUR D'EAU AU DÉBUT DU SAUVETAGE

Le retrait des têtes de piston, commandé soit à distance du poste central, soit à la main, par un levier situé entre la paroi externe de chaque puits et le flanc du navire, libère les mines. Toutefois, un dispositif de sécurité s'oppose à ce que la mine supérieure soit dégagée avant que celle du dessous n'ait été elle-même mouillée.

Lorsqu'une mine tombe à l'eau, elle va directement au fond, car le poids du crapaud auquel elle est alors assujettie l'emporte sur sa flottabilité; les bras verticaux du châssis guide, n'étant plus maintenus appuyés contre la mine par les parois du puits s'écartent vers l'extérieur en tournant autour de leur charnière. Au bout d'un petit temps d'immersion (10 à 20 minutes), un bouchon soluble dans l'eau de mer a complètement fondu, ce qui a pour effet de libérer la mine de son crapaud. Tandis que ce dernier demeure au fond, l'engin remonte vers la surface (en raison de sa propre flottabilité); dans son ascension, il dévide un orin enroulé à l'intérieur du crapaud et dont les deux extrémités sont fixées à ce dernier. L'orin forme donc une

boucle qui passe d'abord entre les deux mâchoires desserrées d'un frein disposé au-dessous et dans l'axe de la mine, puis traverse un anneau muni d'une poulie, également porté par l'engin. Par ailleurs, à mesure qu'elle s'éloigne du fond, la mine supporte une pression d'eau qui décroît progressivement ; il arrive un moment où cette pression n'est plus suffisante pour refouler la soupape hydrostatique dont l'engin est muni;

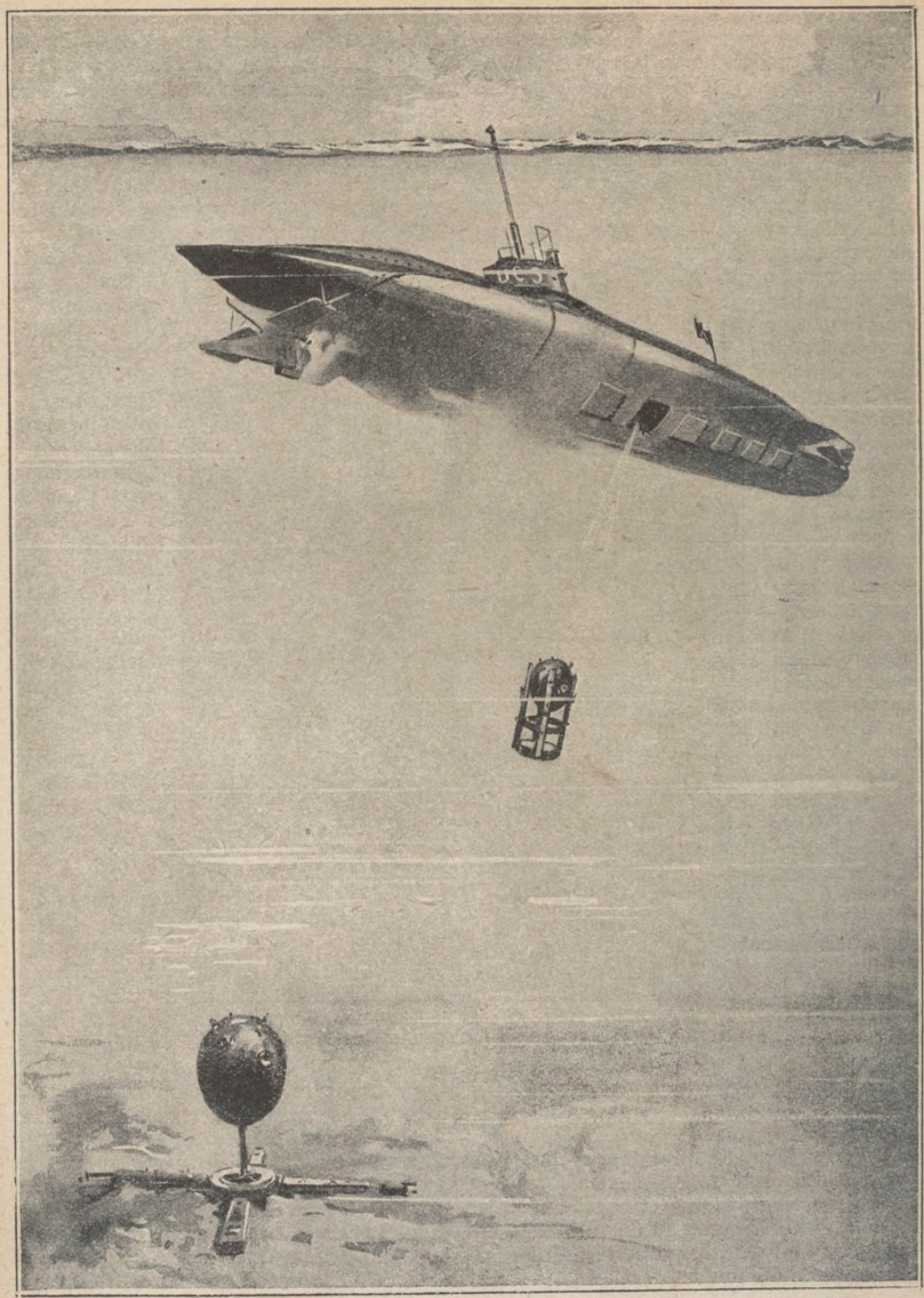
ON AMARRE SOLIDEMENT LE SOUS-MARIN A UNE ALLÈGE

en revenant s'appliquer sur son siège, cette soupape provoque le serrage des mâchoires du frein et, par suite l'arrêt du dévidage de l'orin. La mine ne peut plus remonter davantage et demeure à l'immersion correspondant à la pression d'eau pour laquelle la soupape hydrostatique a été tarée, c'est-à-dire à trois ou quatre mètres au plus au-dessous de la surface de la mer.

Le bouchon soluble est remplacé, sur certaines mines allemandes mouillées par des sous-marins, par un cylindre modérateur contenant une huile épaisse. Lorsque le piston de ce cylindre a complètement chassé l'huile au dehors, le déverrouillage de la mine et du crapaud s'opère automatiquement.

La mine est sphérique et contient généralement 100 kilogrammes de trinitrotoluol coulé à chaud dans la chambre de charge. Cet explosif est amorcé, croit-on, par du tetryl mis en feu lui-même par un détonateur au fulminate de mercure fonctionnant électriquement au moyen d'une pile au bichromate qui n'est rendue active que lorsque de l'acide y est admis. Cet acide est contenu dans des tubes de verre correspondant chacun à une antenne ou corne faisant saillie à l'extérieur de l'enveloppe de la mine. Si une antenne vient à être ployée par le choc d'une carène, son tube de verre est brisé, l'acide se répand dans la pile; cette dernière est générée et, par suite, un courant traverse le détonateur au fulminate, ce qui provoque l'explosion de la mine. Les mines mouillées par les sous-marins possèdent généralement quatre antennes.

Les sous-marins de la classe de l'*UC*-5 sont presque sûrement construits par sections en Allemagne et sont probablement envoyés démontés aux ateliers et chantiers Hoboken, près d'Anvers, pour y être assemblés. On a constaté qu'ils sont construits à la hâte, car les joints sont grossièrement finis. Leur compartimentage ou emménagement est, paraît-il, le suivant : sur l'avant des tubes-magasins se trouve le pic avant renfermant le puits aux chaînes, le stoppeur de la chaîne d'ancre, une ancre ordinaire et une ancre à champignon. Les espaces laissés libres entre les tubes et les flancs du navire renferment les bouteilles-accumulatrices d'air comprimé nécessaires pour la vidange des ballasts. En arrière du dernier tube se trouve une cloison étanche très solidement construite. Le compartiment suivant est occupé, dans le fond, par des accumulateurs électriques qui sont séparés par un plancher des logements pour l'équipage, situés au-dessus. Puis vient la chambre de navigation, ou poste central, disposée sous le kiosque au-dessus des réser-



POSE D'UN CHAMP DE MINES SOUS-MARINES PAR UN SUBMERSIBLE ENNEMI

Mine et crapaud, enfermés dans une cage de construction spéciale et assujettis, en outre, l'un à l'autre au moment du mouillage, tombent au fond. Les montants de la cage se rabattent et, au bout d'un certain temps, l'engin se sépare du crapaud et remonte prendre son immersion.

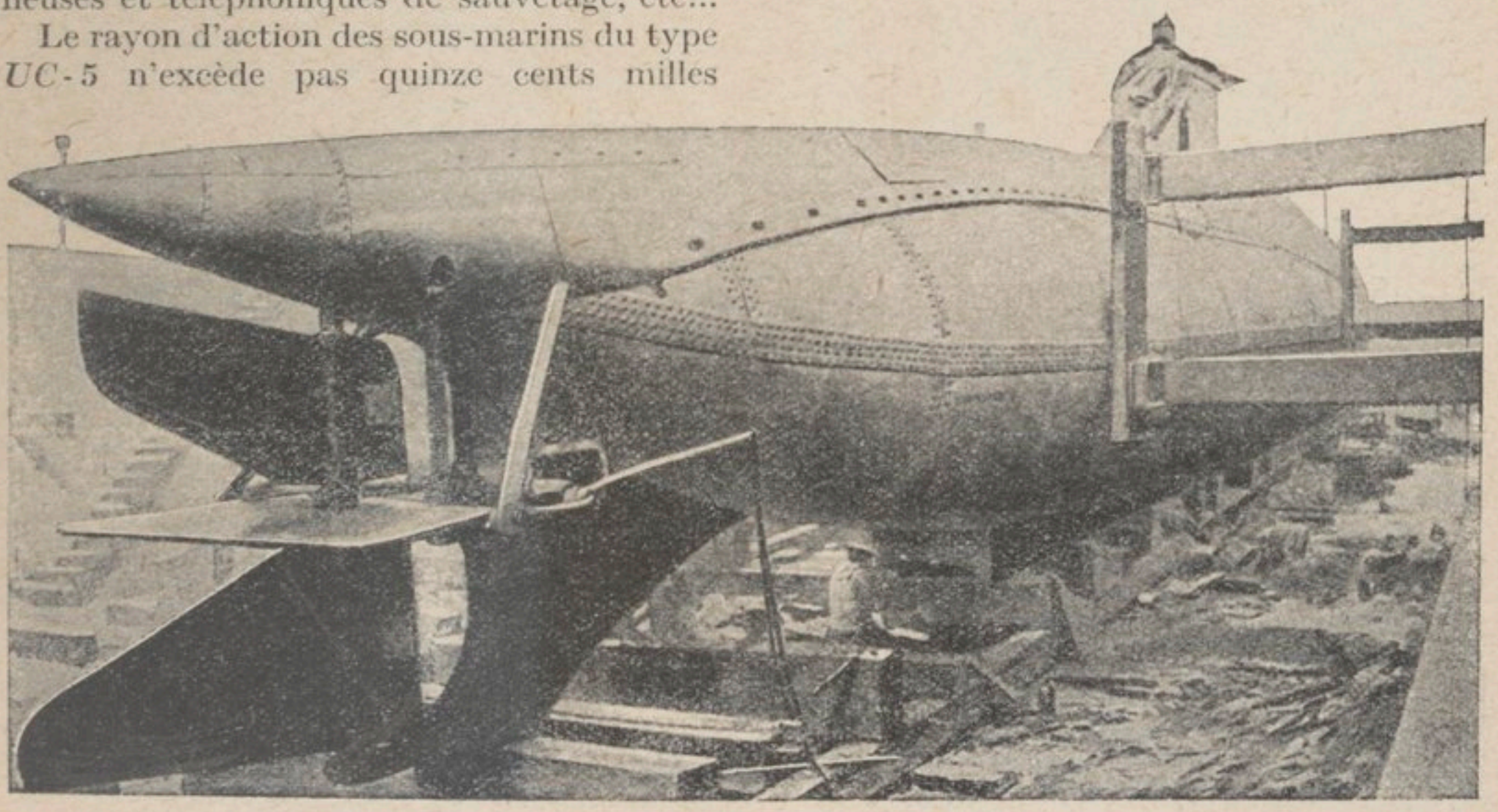
voirs de pétrole et de lubrifiant. En arrière du poste central se trouve un compartiment identique à celui qui le précède et qui contient, par conséquent, d'autres batteries d'accumulateurs dans le fond et, au-dessus, d'autres logements pour l'équipage. Ensuite, on trouve le compartiment des machines qui renferme d'abord un moteur à pétrole lourd du type Diesel-Benz, à six cylindres et à quatre temps, de 80 chevaux seulement de puissance, actionnant une seule hélice tout juste capable de propulser le navire à 5 nœuds, 7 en surface. (Si le navire utilise ses accumulateurs pour la marche en surface, il peut, pendant un temps très court, filer environ 7 nœuds 5, soit près de 2 nœuds de plus qu'avec son moteur Diesel.) En arrière se trouve un électro-moteur pour la propulsion en plongée, qui ne donne guère plus de 4 nœuds. Enfin, dans l'extrême-arrière est placé un important réservoir d'assiette. Lorsque les tubes sont approvisionnés, ce réservoir, plein d'eau, fait équilibre au surcroît de poids dû à la présence des mines sur l'avant du navire. Au fur et à mesure de la mise à l'eau de celles-ci, on vide graduellement le réservoir de manière à maintenir le bateau en assiette de niveau c'est-à-dire la quille horizontale. Dans l'espace ménagé entre la coque et la superstructure qui la surmonte, laquelle communique avec la mer par de nombreuses ouvertures, sont placés des cordages, palans, manilles, la machine à sonder, les pots d'échappement du moteur, des bouées lumineuses et téléphoniques de sauvetage, etc...

Le rayon d'action des sous-marins du type *UC*-5 n'excède pas quinze cents milles marins, en surface, et quarante-cinq milles en plongée, de sorte que la distance de leur base au point où ils opèrent n'est pas grande ; elle est cependant suffisante pour qu'on puisse leur attribuer la presque totalité du mouillage de mines effectué dans la partie méridionale de la mer du Nord, sinon même dans le pas de Calais et dans la Manche.

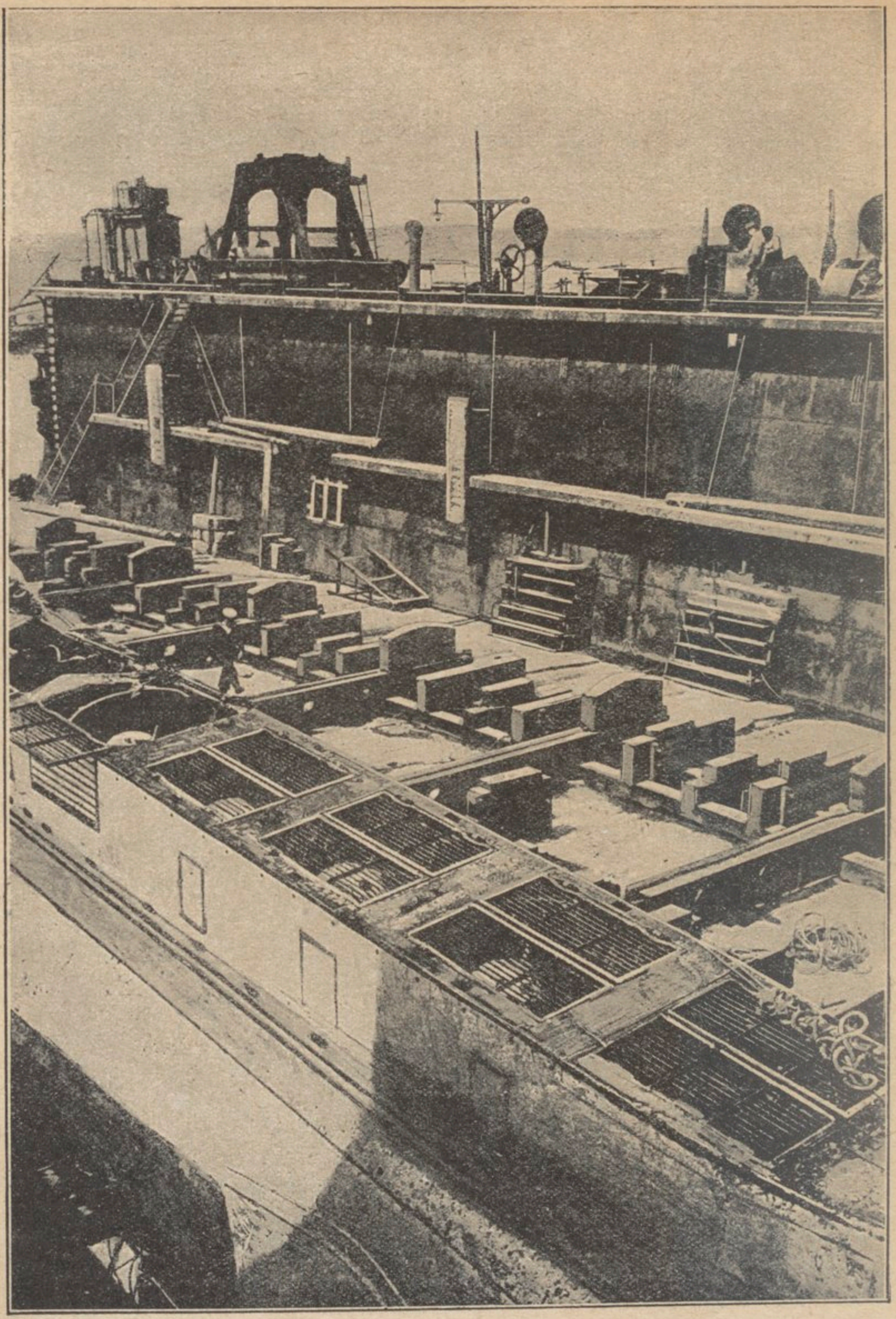
L'*UC*-5 possédait un seul périscope mais d'un modèle très perfectionné, à deux grossissements ; il était muni, en outre, de dispositifs télémétriques avec graduations des distances, le tout formant un même et seul appareil. Une disposition spéciale permettait, en outre, de sécher l'humidité de l'air contenu dans le tube périscopique pour améliorer la perception des images panoramiques.

Il va sans dire que tous les sous-marins mouilleurs de mines allemands ou autrichiens ne sont pas du type de l'*UC*-5 quant au tonnage, au nombre de mines portées, à l'armement offensif, et aux formes, vitesse, rayon d'action et réserve de flottabilité. On conçoit bien, en effet, que ce n'est pas avec d'aussi petits bâtiments que nos ennemis auraient pu semer et sèment encore, notamment au large des ports fréquentés, des îles et du littoral méditerranéen et de l'Adriatique inférieure, les mines dont la présence fut révélée par la perte de plusieurs navires dont, en particulier, le cuirassé britannique *Russel*. Mais, sur tous ces navires, l'approvisionnement et la mise à l'eau des mines sont identiques.

Les bâtiments à grand rayon d'action qui



FORME ARRIÈRE, GOUVERNAIL DE DIRECTION ET GOUVERNAIL DE PLONGÉE (PLAN HORIZONTAL) DU SOUS-MARIN ALLEMAND « UC-5 »



L'« UC-5 » A SEC DANS UN DOCK FLOTTANT. LES MINES APPARAISSENT DANS LES OUVERTURES DES PUITS ET SE DISTINGUENT NETTEMENT

opèrent très loin de leurs bases ne sont pas seulement des mouilleurs de mines ; ce sont aussi de vrais sous-marins offensifs à double coque portant des tubes lance-torpilles et un ou deux canons. On a même acquis la quasi-certitude qu'ils utilisent leurs tubes pour mouiller des mines-torpilles système Léon.

De source certaine, on a appris que sur ces bâtiments, les puits — au nombre de 9 ou 18 (ce qui donne un approvisionnement de 18 ou 36 mines) — ne sont pas visibles, c'est-à-dire qu'ils ne prennent pas jour sur le pont, comme ceux des sous-marins de la classe UC.

En général, deux tubes lance-torpilles de 500 millimètres et, sur l'arrière du kiosque, un canon de 88 mm constituent l'armement offensif de ces grands mouilleurs de mines. dont le tonnage est d'environ 800 tonnes en surface et de 1.150 en plongée ; leur longueur de près de 75 mètres ; leur vitesse de 18 nœuds en émersion et de 12 nœuds sous l'eau. Sur les plus récents, la partie de la coque extérieure, la plus exposée, est protégée par un cuirassement léger en acier ou nickel.

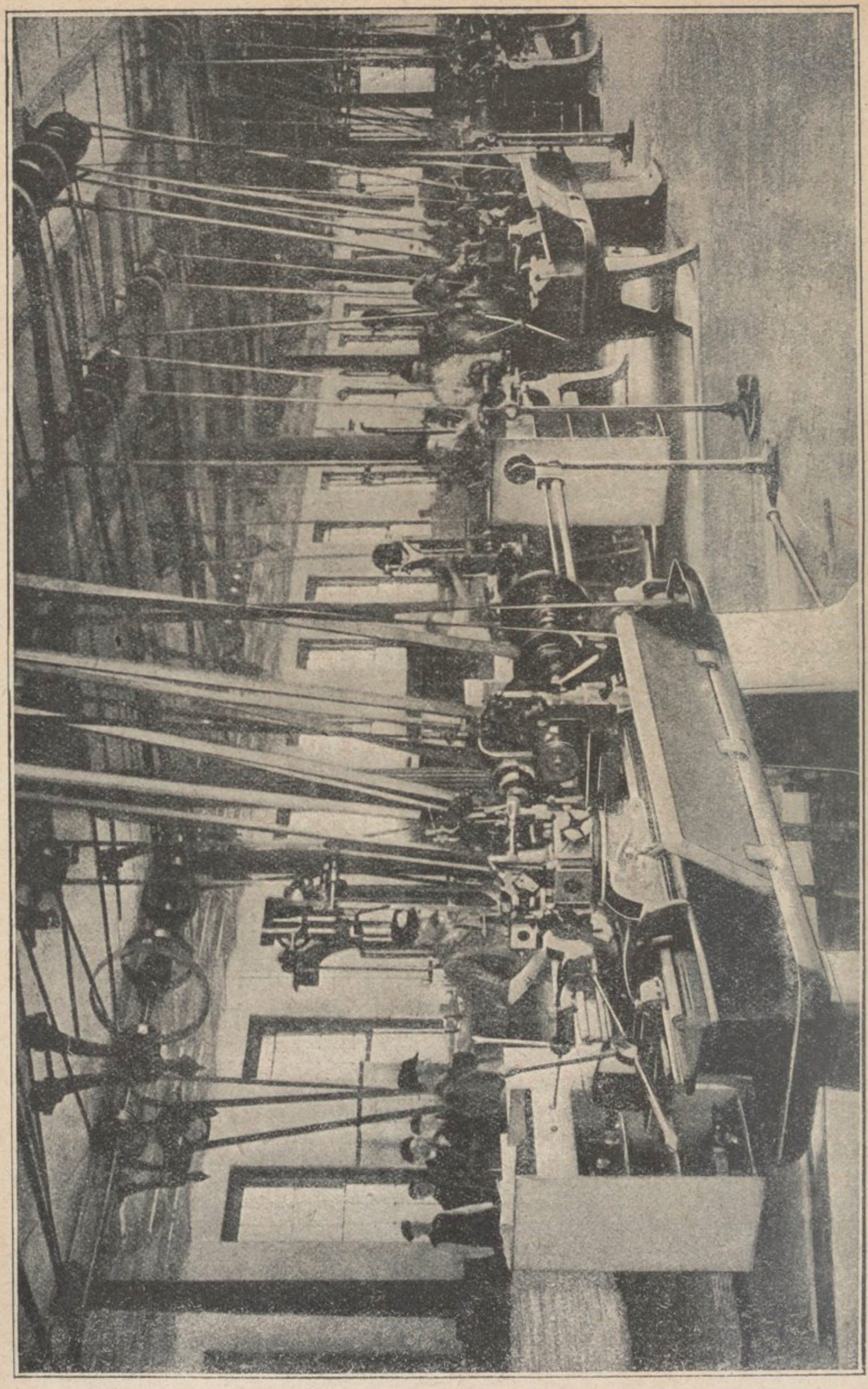
LES OUVERTURES DES PUITS, QUAND ELLES DONNENT SUR LE PONT, SONT RECOUVERTES PAR DES CAILLEBOTIS

Pour en terminer avec l'étude du sous-marin mouilleur de mines, je dirai que les marines alliées et notamment la marine française ne sont pas, sous ce rapport, en retard sur les Allemands et les Autrichiens, sans pouvoir, bien entendu, insister sur ce point, et je signalerai l'information suivante, publiée récemment par la revue technique hebdomadaire allemande *Prometheus*, pour montrer l'intérêt que nos ennemis portent à cette nouvelle utilisation du sous-marin.

Au dire de cette information, les Allemands auraient en construction un croiseur sous-marin de 5.000 tonnes et de 122 mètres de longueur « aussi puissamment protégé et armé que les croiseurs protégés de tonnage moyen ». Il paraît que les moteurs de propulsion en surface de ce bâtiment développeront une puissance de 18.000 chevaux capable de donner au navire une vitesse de 26 nœuds en surface, la vitesse de plongée étant de 16 nœuds. Le rayon d'action atteindrait de 18.000 à 20.000 milles marins, ce qui permettrait au sous-marin d'aller de la Baltique au Japon sans escale. On ne sait rien de l'armement en canons qu'il portera, mais on prétend qu'il possèdera 30 tubes lance-torpilles approvisionnés chacun à trois torpilles automobiles dont deux de réserve et une dans chaque tube ; c'est donc 90 torpilles que porterait le géant sous-marin. En outre, des dispositions spéciales lui permettraient encore d'emmener à son bord plus de 100 mines qu'il mouillerait par le fond.

Je ne sais pas si les Allemands construisent vraiment ce croiseur sous-marin et j'ignore aussi si nos alliés japonais recevront sa visite, mais ce dont je crois être certain, c'est que le sous-marin mouilleur de mines à grand rayon d'action, puissamment armé de tubes lance-torpilles et de canons sera une arme marquante et redoutable dans les guerres navales de l'avenir.

R. BROCARD.



ATELIERS DES TOURS DE LA FABRIQUE D'ARMES PORTATIVES DU GOUVERNEMENT DES ÉTATS-UNIS, A ROCK-ISLAND (ILLINOIS)

IL FAUT UN IMPOSANT OUTILLAGE POUR FABRIQUER DES FUSILS

Par Maurice RADIGUAT

EX-CONTROLEUR D'ARMES A LA MANUFACTURE DE SAINT-ÉTIENNE

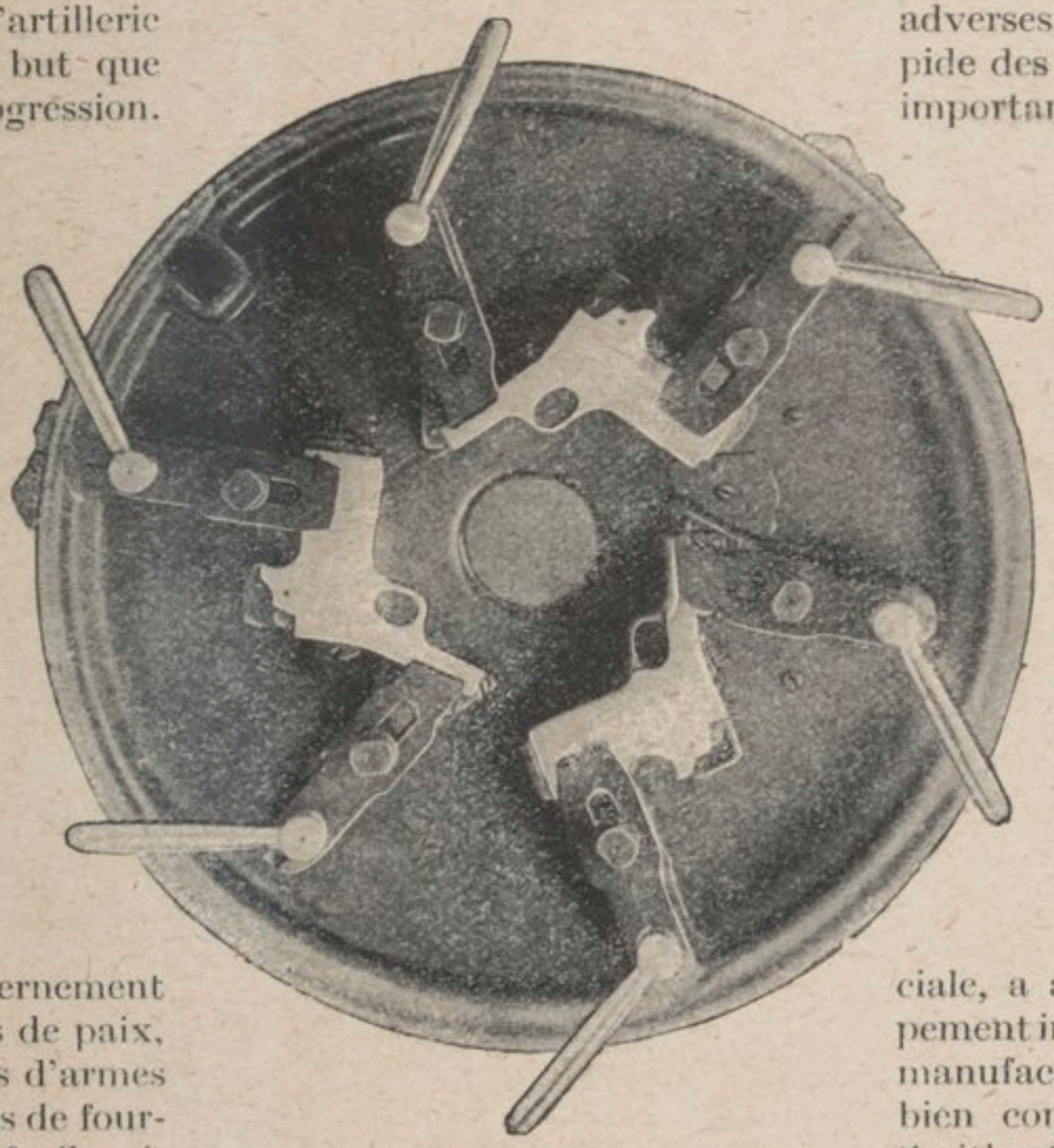
La construction des canons a exigé, depuis plus d'un demi-siècle, l'agrandissement et la création de grandes usines métallurgiques munies d'un outillage dont la puissance s'accroissait de jour en jour en même temps que le calibre des pièces.

Mais il ne faut pas oublier que l'infanterie reste, malgré tout, la reine des batailles, et que la préparation d'artillerie n'a pour unique but que de faciliter sa progression.

L'armement du fantassin est donc une question d'une importance capitale, car les recrues ne peuvent paraître sur le champ de bataille qu'une fois munies d'une arme précise et d'un approvisionnement de cartouches dont la quantité a dépassé toute prévision dans la guerre actuelle.

Chaque gouvernement possède, en temps de paix, des manufactures d'armes officielles chargées de fournir le nombre de fusils nécessaires à l'armement des troupes. Tout le monde connait les manufactures françaises de Saint-Etienne, de Tulle et de Châtellerault, qui ont fourni les divers modèles du fusil Lebel actuellement en service. En Angleterre, les manufactures d'Enfield et de Woolwich remplissent le même but, de même qu'en Russie les usines de Toula, de Zlatooust et de Lugansk. Le Japon a aussi installé des fabriques d'armes portatives dans ses principaux arsenaux, à Kure, Osaka, Tokio. Les Empires Centraux possèdent enfin des usines considérables consacrées à la fabrication des fusils, notamment celles des firmes Mannlicher et Mauser ; ces dernières situées à Oberndorf, ont eu récemment les honneurs de nos bombardements aériens.

Etant donné le nombre formidable des soldats qui combattent dant les deux camps adverses, la fabrication rapide des armes a pris une importance extraordinaire depuis deux ans. Aux manufactures officielles ont été adjointes nombre d'usines privées fonctionnant en France et en Angleterre, dans les grands centres industriels tels que Saint-Etienne, Paris, Birmingham, etc. Enfin, la production des Etats-Unis, en ce qui concerne cette fabrication spéciale, a acquis un développement inouï. Les anciennes manufactures américaines bien connues de Colt, de Smith et Wesson, de Winchester, étant devenues insuffisantes, de puissantes sociétés industrielles telles que la Westinghouse Electric & Manufacturing C° et la Société Baldwin n'ont pas hésité à installer de toutes pièces d'immenses manufactures d'armes où ont été fabriqués plusieurs millions de fusils destinés aux diverses puissances de l'Entente.

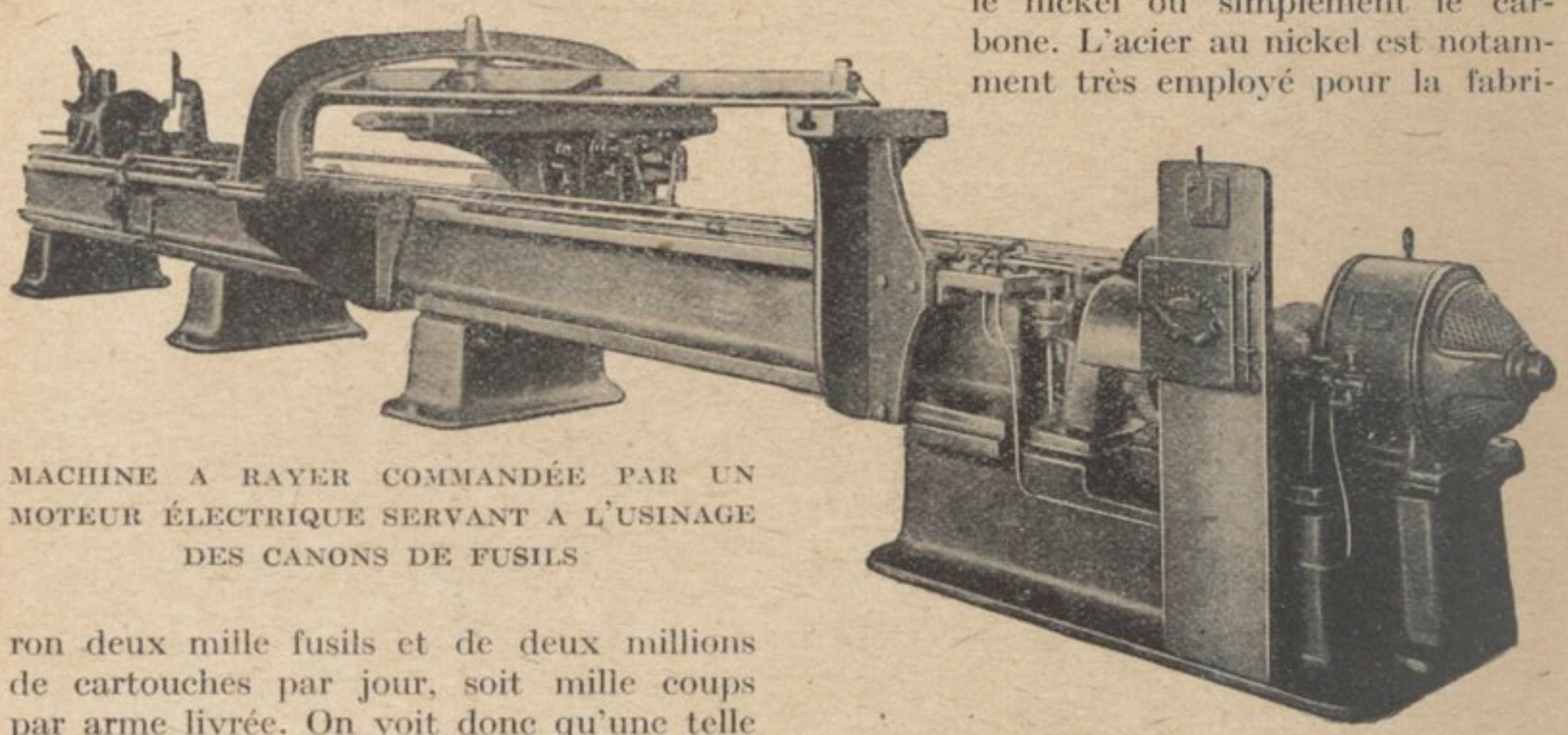


MANDRIN A SIX MACHOIRES POUR LE SERRAGE DES CANONS DE FUSIL EN COURS DE FABRICATION

La construction d'un fusil de guerre constitue l'un des problèmes les plus compliqués qu'ait eu à résoudre l'industrie mo-

derne. Le principe de la division extrême du travail est poussé dans cette occasion à ses dernières limites. Chaque machine et chaque individu qui collaborent à la construction d'un fusil ne correspondent qu'à une tâche très limitée et toujours la même. On a ainsi cherché à obtenir, par la répétition de pièces identiques, le maximum de production compatible avec une exécution irréprochable quant à la qualité des matériaux employés et à la minutieuse précision exigée dans l'observation des cotes indiquées par les divers dessins.

On peut estimer à environ douze mille le nombre d'ouvriers des deux sexes nécessaires pour assurer une fabrication d'envi-



MACHINE A RAYER COMMANDÉE PAR UN MOTEUR ÉLECTRIQUE SERVANT A L'USINAGE DES CANONS DE FUSILS

ron deux mille fusils et de deux millions de cartouches par jour, soit mille coups par arme livrée. On voit donc qu'une telle usine mettra environ un an et demi pour produire un million de fusils et la quantité de munitions correspondante.

L'industriel qui reçoit une commande d'armes d'un type déterminé doit se livrer sans tarder à un travail minutieux qui consiste à démonter complètement le modèle soumis et à établir, pour chaque organe ou partie d'organe, une liste détaillée des matières nécessaires, des machines-outils à installer, des ouvriers spéciaux à engager et enfin de toutes les opérations multiples qui doivent être effectuées pour obtenir chaque pièce finie et prête à monter. L'atelier de montage reçoit ainsi successivement tous les éléments nécessaires dont la réunion, l'assemblage constituent une arme complète.

Le Lebel français, modèle 1886 M 93, se divise en six parties principales qui sont le canon et sa boîte de culasse, la culasse mobile, le mécanisme de répétition, la monture, les garnitures et l'épée-baïonnette. Chaque commande de fusils, lancée par un gouvernement, est accompagnée d'un cahier des charges et de spécifications très détaillées qui définissent d'une manière précise la qualité exacte de chacune des matières qui doivent entrer dans la fabrication, ainsi que les diverses opérations métallurgiques ou mécaniques qu'elles doivent subir. Chaque organe d'une arme correspond à une qualité d'acier spéciale, car le métal qui convient pour la fabrication du canon diffère essentiellement de celui qu'on emploiera pour les ressorts, les vis et autres éléments qui entrent dans la construction du fusil qu'il s'agit d'exécuter. C'est ainsi que l'on a recours à des aciers contenant divers corps étrangers destinés à leur communiquer des qualités particulières, tels que le vanadium, le nickel ou simplement le carbone. L'acier au nickel est notamment très employé pour la fabrication des canons de fusils destinés au tir avec les poudres sans fumée, tandis que l'acier au vanadium permet d'obtenir d'excellents ressorts. Nous n'insisterons pas sur les nombreuses opérations de trempe, de recuit, de cémentation, etc, et de brunissage, que subissent les différentes pièces d'une arme portative, opérations toujours délicates.

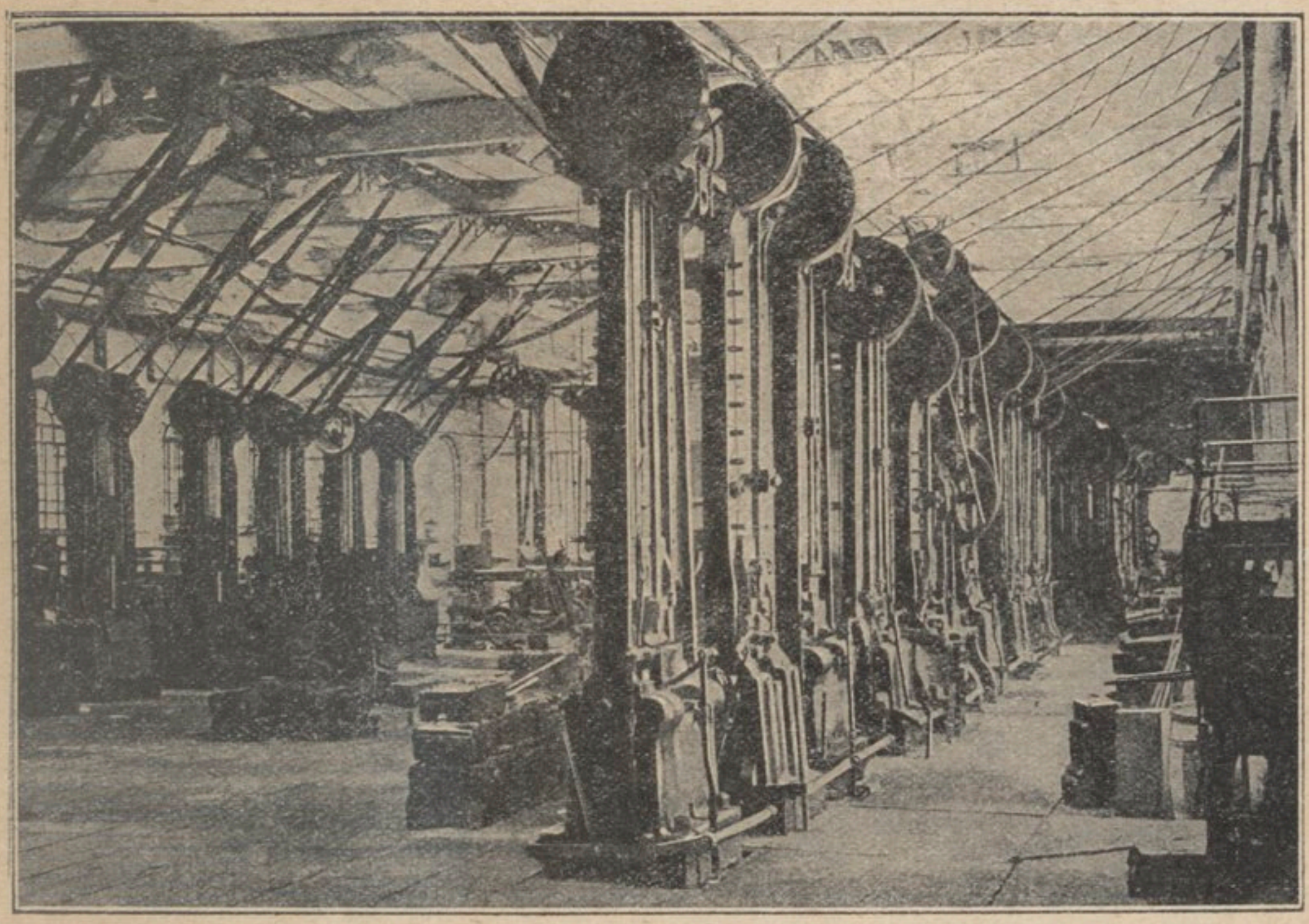
On peut estimer à une soixantaine le nombre des organes essentiels que comporte un fusil de guerre. L'un des principaux est le canon, tube d'acier au nickel obtenu au moyen d'un laminoir spécial et dont l'établissement nécessite une trentaine d'opérations. Le canon de fusil doit être surtout parfaitement dressé et l'exécution de ses rayures est un travail des plus minutieux qui s'exécute au moyen de machines, dites à rayer, d'une extrême précision. Le canon porte le guidon, la hausse avec son ressort et sa vis, et le curseur à ressort avec cran de mire mobile pour les distances supérieures à 900 mètres. Toutes les pièces correspondantes sont forgées au marteau méca-

nique, tournées, fraisées, meulées, polies, etc. avec des machines spéciales, d'un prix souvent élevé, et l'ensemble des opérations nécessitées par ces divers accessoires du canon varie de cent à cent cinquante.

On a décrit, dans *La Science et la Vie*, le détail du mécanisme de répétition de la boîte de culasse et de la culasse mobile du fusil Lebel. Ce dernier organe exige environ quarante-cinq opérations différentes, et le seul extracteur, pourtant bien simple en apparence, en représente une vingtaine. On peut estimer à environ six cent cinquante le nombre des opérations de fabrication proprement dite que doivent subir les organes d'un fusil avant de parvenir à l'atelier de montage. Dans ce total n'est pas comprise l'exécution de la monture de bois de noyer, qui comprend le fût et la poignée et la crosse. La monture s'exécute mécaniquement au moyen d'une quarantaine d'opérations différentes, sans compter les dix-sept phases de la fabrication de la poignée. Ces travaux sont toujours extrêmement délicats.

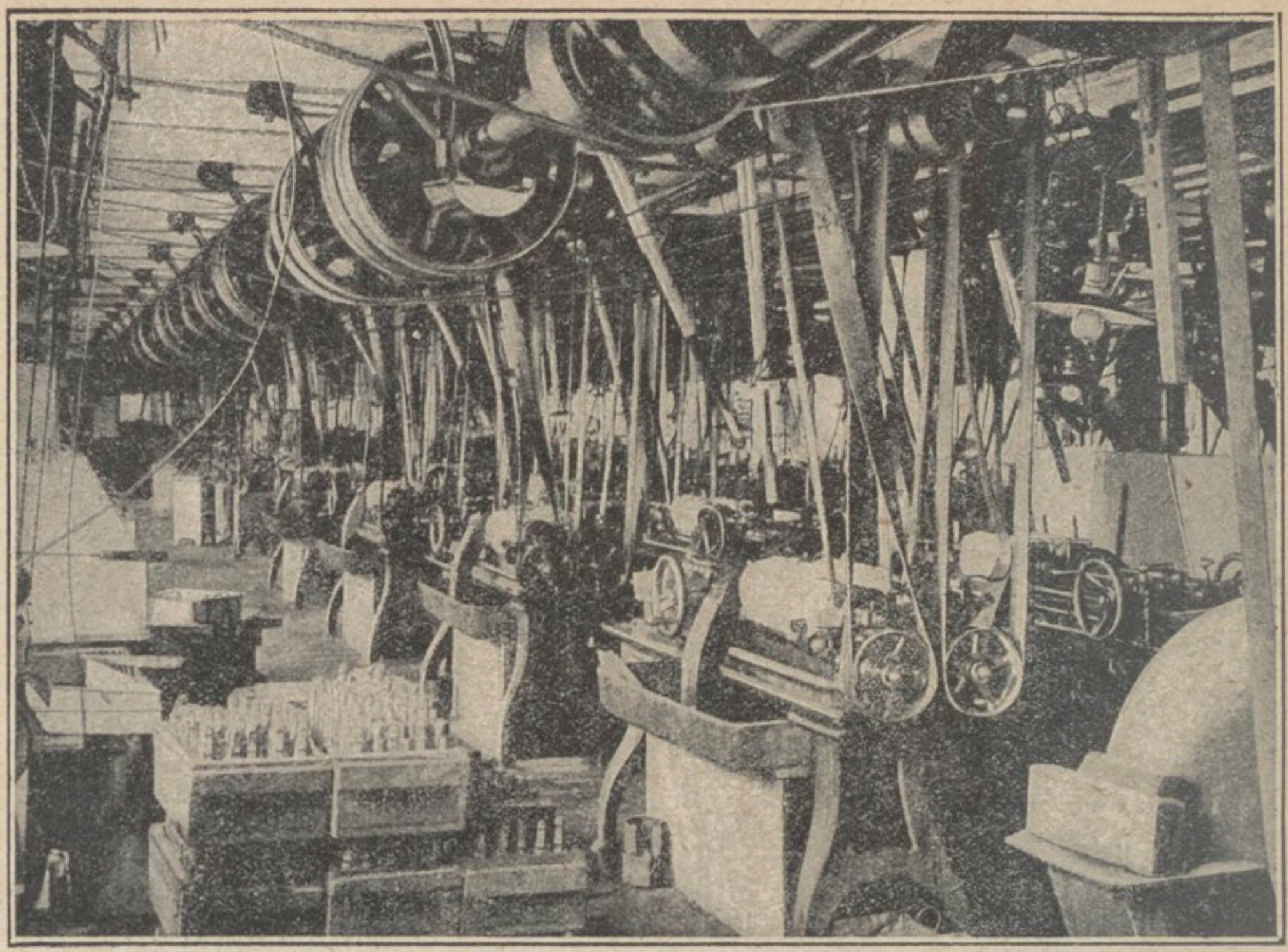
Les garnitures servent à relier le canon à la monture, qu'elles consolident, et à protéger certaines parties de l'arme contre les chocs accidentels. Elles comprennent l'embouchoir à quillon et son ressort, la grenadière avec son anneau de battant et son ressort, le pontet avec ses vis antérieure et postérieure, la vis de culasse, le battant de crosse muni de ses deux vis, enfin la plaque de couche, également munie de deux vis.

L'épée-baïonnette est, en général, fabriquée dans les ateliers spéciaux consacrés à la production des armes blanches. L'épée-baïonnette française se divise en trois parties principales : lame, monture et fourreau.



FORGE MUNIE DE MARTEAUX MÉCANIQUES DANS UNE MANUFACTURE D'ARMES

La lame proprement dite est faite d'acier fondu, trempé et recuit, ce qui permet d'obtenir, grâce à la section quadrangulaire adoptée, les diverses qualités contradictoires que l'on exige d'une baïonnette. En effet, le métal qui sert à cette fabrication doit présenter une dureté suffisante pour bien conserver un certain tranchant, de la ténacité pour résister au choc, et enfin de l'élasticité pour que l'arme puisse au besoin plier et ne pas rompre, sans que cependant cette dernière propriété atteigne une limite exagérée. On forge la lame au moyen de marteaux spéciaux et on la termine en lui faisant subir les opérations ordinaires de meulage et de polissage, sans compter diverses trempes complétées par des recuits



BATTERIE DE PERCEUSES POUR LE FORAGE MÉCANIQUE DES CANONS DE FUSILS

à des températures déterminées, pour lui donner à la fois de l'élasticité et de la solidité.

La monture comprend la poignée en bronze de nickel, la vis de poignée dont la tête limite les mouvements du poussoir, la croisière en acier, son quillon et sa douille munie de deux fentes, et enfin la virole qui sert à fixer la baïonnette au canon; la virole est accompagnée d'un poussoir à ressort.

Le fourreau de baïonnette, en acier bronzé, comprend un corps sur lequel sont brasés le bouton et le bracelet-pontet. Une cuvette, portant quatre battes, sert à maintenir l'épée-baïonnette dans son fourreau. On voit que la fabrication de cet important accessoire du fusil de guerre moderne n'est pas sans présenter une certaine complication.

Les opérations de contrôle destinées à constater les qualités balistiques et le fini d'exécution de chaque arme nécessitent un personnel considérable et expérimenté.

Chaque pièce est vérifiée en cours de fabrication. quant à ses dimensions et à la qualité du métal employé pour sa fabrication ; des poinçons apposés par les contrôleurs officiels du gouvernement intéressé sont nécessaires pour autoriser l'emploi de chaque organe du fusil en vue du montage définitif.

Avec chaque fusil Lebel sont livrées trois petites baguettes composées d'une tige d'acier et d'une tête de laiton. Chacune d'elles se termine par un bout fileté, au moyen duquel on peut la visser sur la tête d'une autre baguette. Trois sections, ainsi vissées bout à bout, forment une grande baguette d'une longueur appropriée à celle du canon et qui peut servir à chasser les étuis de cartouche de la chambre en cas de mauvais fonctionnement de l'extracteur.

Un autre accessoire indispensable consiste en une ficelle de nettoyage qui sert à manœuvrer les chiffons employés pour le graissage ou pour le nettoyage de l'intérieur du canon. Cette cordellette de fouet doit avoir une longueur de 2 m. 50 à 3 mètres à l'état neuf.

Chaque fusil porte un numéro matricule composé d'une lettre de série (simple ou double) et d'un numéro de 1 à 100.000. On applique ce numéro sur les pièces suivantes : canon, cylindre, corps du mécanisme, crosse, fût, quillon de l'épée-baïonnette, bracelet-pontet du fourreau et tête de baguette. On répète, en outre, sur la tête mobile, les deux derniers chiffres du matricule de l'arme. Les lettres de série sont en majuscules anglaises; elles sont faites au poinçon.

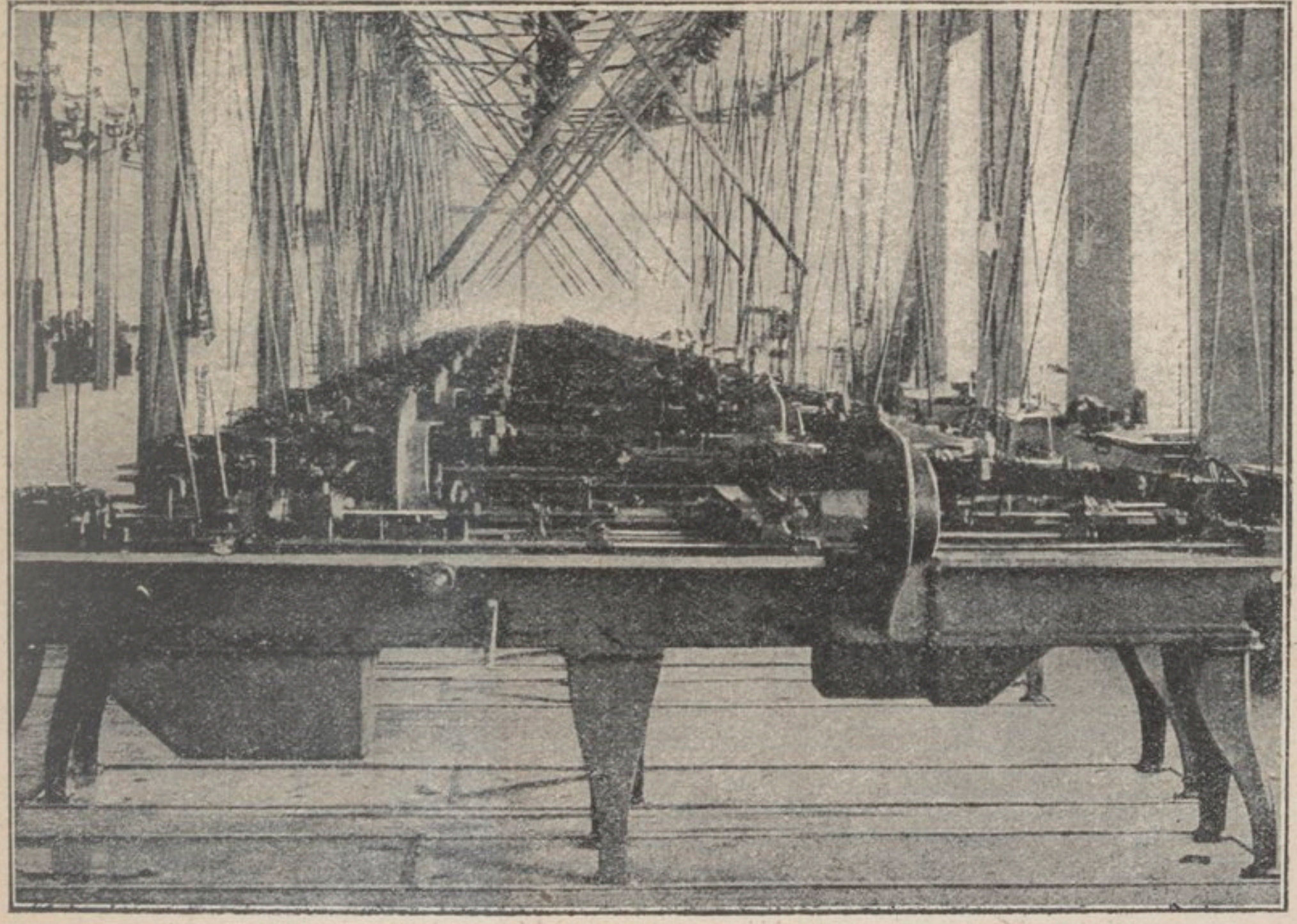
On conçoit qu'une manufacture d'armes moderne comporte des milliers de machines-outils réunies par catégories dans des ateliers spéciaux munis de moyens de manutention à grand débit, permettant d'épargner le temps des ouvriers sans leur causer de fatigues inutiles. Les fabriques d'armes se prêtent très bien à l'application en grand de la force motrice électrique. En général, on place de chaque côté d'un atelier, suivant sa longueur, un arbre de transmission aérien ou souterrain, actionné par une dynamo motrice de grande puissance qu'alimente le réseau de distribution rattaché à la centrale de l'usine ou à celle de la ville.

Les perfectionnements apportés dans la trempe des aciers, qui se fait actuellement aussi bien à l'eau qu'au plomb, ou même au mercure ou encore à l'huile, ont permis d'obtenir des résultats satisfaisants, quelle que soit la qualité des eaux du pays où se trouvent situées les manufactures d'armes. On sait qu'autrefois, les eaux du Furens, rivière voisine de Saint-Etienne, étaient considérées comme particulièrement propices à la trempe des canons de fusils.

C'est aux Etats-Unis qu'a été installée la première manufacture d'armes munie de moyens de fabrication mécaniques. C'est à Thomas Blanchard, ouvrier aux usines de Springfield, dans le comté de Hampden, qu'est due l'invention du premier tour ayant servi à la fabrication des bois de fusil.

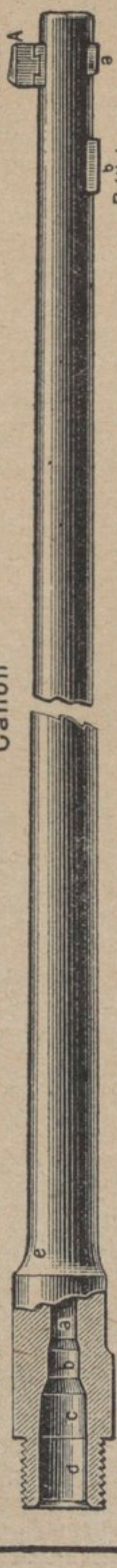
Depuis cette époque (1822), l'usinage mécanique a été étendu à toutes les opérations que comporte l'établissement d'une arme de guerre, et certaines usines américaines se sont fait une spécialité de la fourniture des machines employées dans les manufactures d'armes. On cherche surtout à rendre le fonctionnement des outils employés pour ce but déterminé aussi automatique que possible, de manière à permettre l'emploi d'hommes peu expérimentés, de simples manœuvres, qui peuvent suffire dans beaucoup de circonstances pour conduire plusieurs machines à la fois.

Les Allemands possèdent plusieurs grandes fabriques d'Etat, spécialement consacrées à la fabrication des fusils et dont les principales étaient, avant la guerre actuelle, celles de Spandau, d'Erfurt et de Dantzig, sans compter les immenses ateliers privés appartenant à la Société Mauser. L'organisation de ces usines allemandes a été conçue après la guerre de 1870, car à cette



QUAND LES CANONS DE FUSILS ONT ÉTÉ FORÉS, CES MACHINES SERVENT A LES RAYER

Guidon



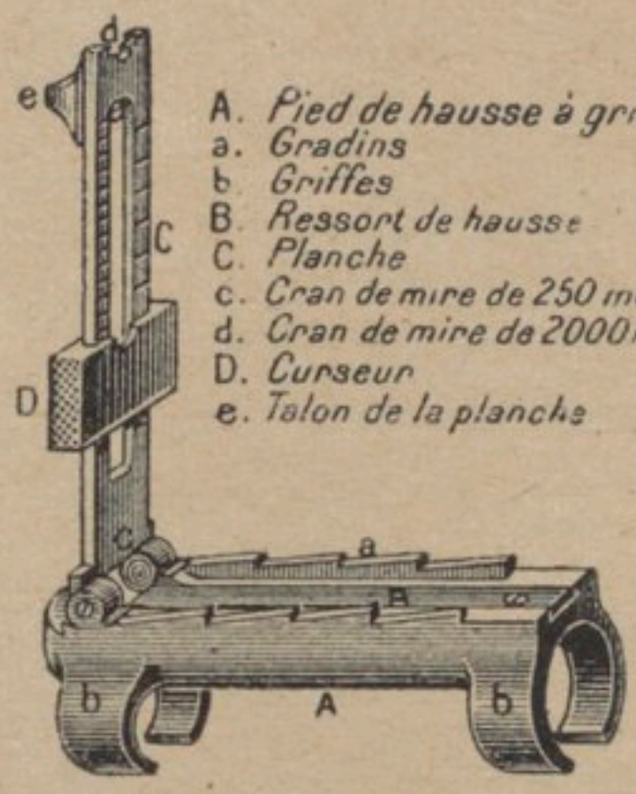
a. *Petit tenon*
b. *Grand tenon*
A. *Guidon*

Canon

Chambre

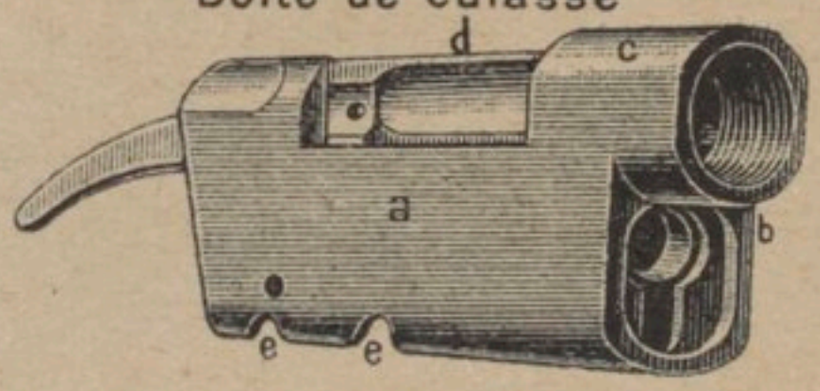
a. *Logement de la balle*
b. d. *Logement de l'étui*
e. *Contour tronconique*

Hausse



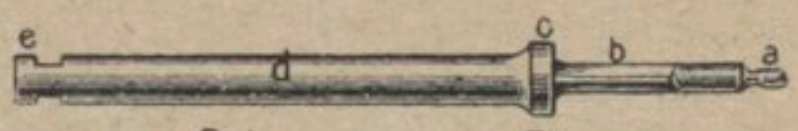
A. *Pied de hausse à griffes*
a. *Gradins*
b. *Griffes*
B. *Ressort de hausse*
C. *Planche*
c. *Cran de mire de 250 mètres*
d. *Cran de mire de 2000 m*
D. *Curseur*
e. *Talon de la planche*

Boîte de culasse



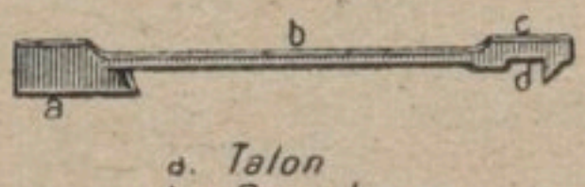
a. *Joue latérale*
b. *Face antérieure*
c. *Contour cylindrique*
d. *Evidement latéral*
e. *Echancrures pour le bonton du levier de manœuvre*

Percuteur



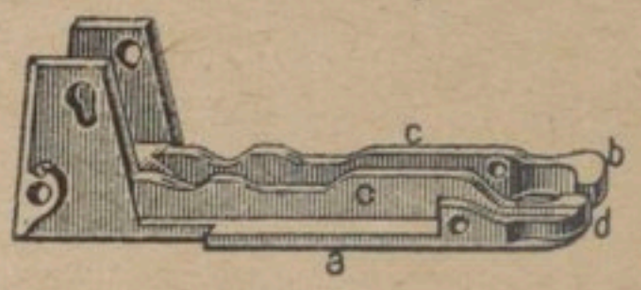
a. *Pointe*
b. *Méplat*
c. *Embase*
d. *Tige*
e. *T*

Extracteur



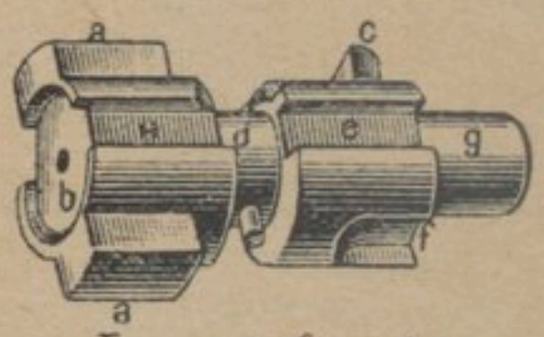
a. *Talon*
b. *Branche*
c. *Tête*
d. *Griffe*

Mécanisme à répétition



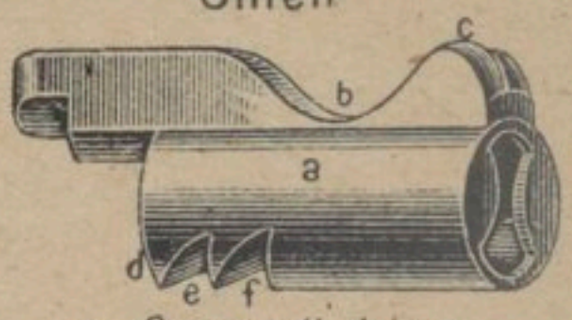
a. *Plaque*
b. *Tenon d'attache*
c. *Nervures*
d. *Oreilles*

Tête mobile



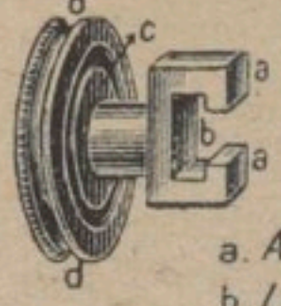
a. *Tenons de fermeture*
b. *Cuvette*
c. *Bouton*
d. *Rainure transversale*
e. *Rainure latérale*
f. *Rainure inférieure*
g. *Collet*

Chien



a. *Corps cylindrique*
b. *Gorge*
c. *Crête*
d. *Cran de départ*
e. *Cran de sureté*
f. *Cran de l'abattu*

Manchon

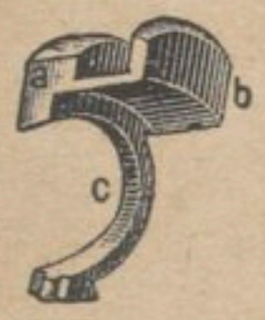


a. *Ailettes*
b. *Logement du T*
c. *Gorge pour arrêter les crachements*
d. *Cordons dont un molleté*

SÉRIE DE PIÈCES ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU FUSIL LEBEL

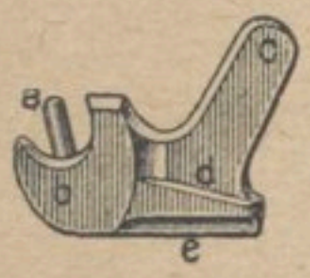
On a détaillé ici les éléments pour montrer le genre de travail qu'exécutent les machines-outils.

Tampon-masque



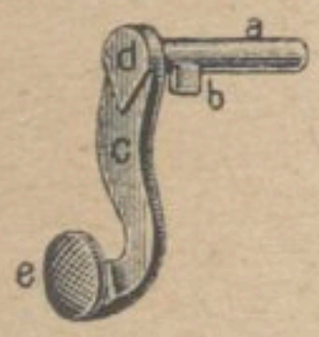
a *Tampon*
b. *Masque*
c. *Collier*

Butoir d'auget



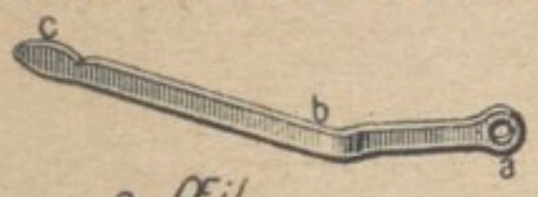
a. *Pivot*
b *Griffe*
c. *Queue*
d. *Gradin*
e. *Tranche inférieure*

Levier de manœuvre



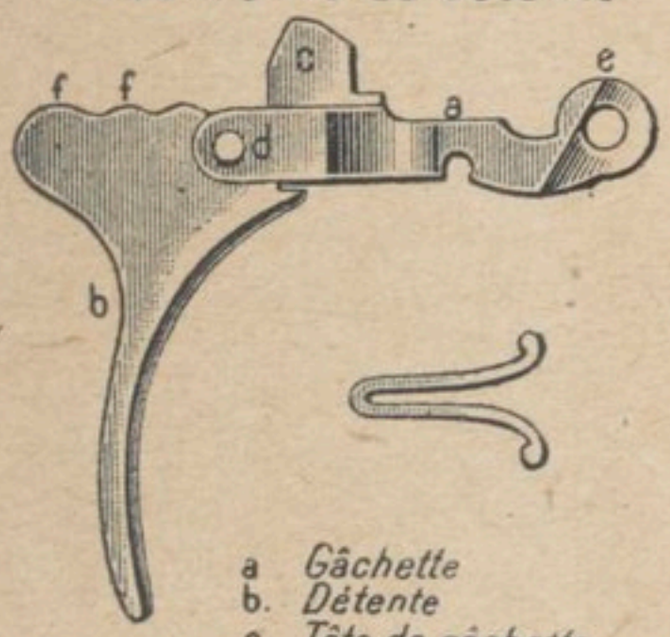
a *Axe*
b. *Came*
c. *Bras du levier*
d. *Faces d'appui*
e. *Bouton quadrillé*

Ressort du levier de manœuvre



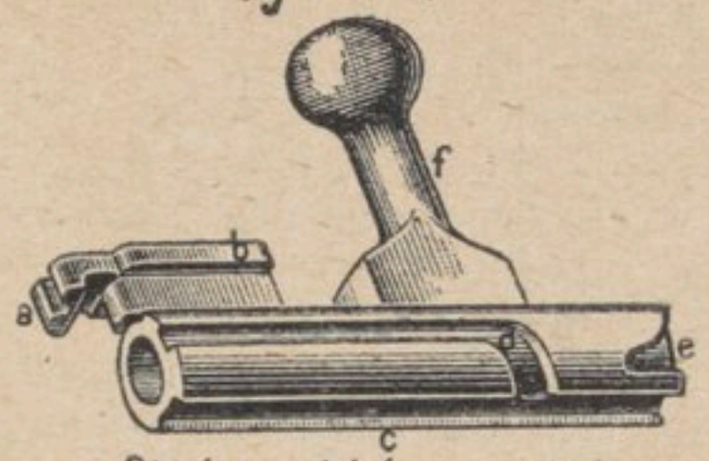
a. *Œil*
b. *Branche coudée*
c. *Tête*

Mécanisme de détente



a *Gâchette*
b. *Détente*
c. *Tête de gâchette*
d. *Ailettes*
e. *Œil*
f. *Les 2 bossettes*

Cylindre

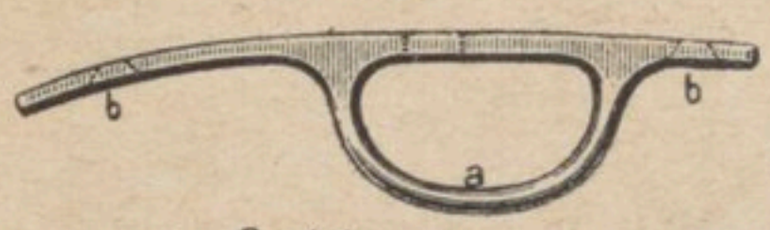


a. *Rigole pour l'échappement des gaz*
b. *Nervure-guide*
c. *Rainure inférieure pour la tête de gâchette.*
d. *Rainure latérale pour l'éjecteur*
e. *Rainure de départ*
f *Levier*

Arrêt de cartouche

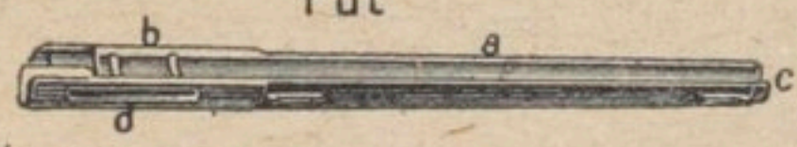
a. *Levier*
b *Grand bras*
c *Plan incliné*
d *Petit bras*
e *Bec*
f *Ressort*
g. *Petite branche*
h. *Grande branche*

Pontet



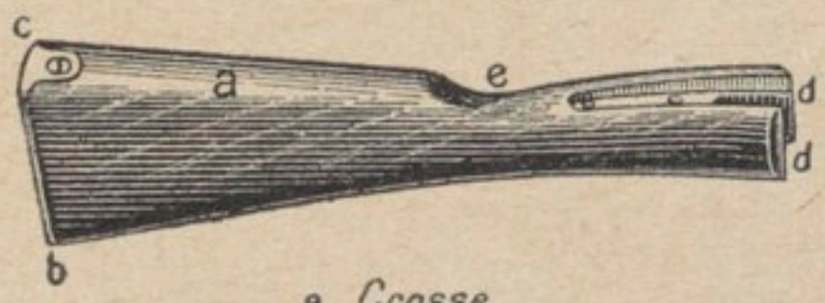
a *Pontet*
b. *Trous pour les vis*

Fût



a. *Logement du canon*
b. *Logement de la partie cylindrique de la boîte de culasse.*
c *Épaulement d'embouchoir*
d *Évidements latéraux*

Crosse



a. *Crosse*
b. *Bec*
c. *Talon*
d. *Oreilles*
e. *Poignée*

AUTRES ÉLÉMENTS DE FUSIL FRANÇAIS LEBEL, MODÈLE 1886-M-93

En bas et à droite, on a représenté le fût de l'arme et sa crosse de bois avant le montage.

époque, elles étaient mal outillées et fournissaient des fusils d'assez mauvaise qualité qui coûtaient cependant très cher. Le gouvernement prussien comprit de suite l'immense intérêt que pouvait offrir la transformation complète de ses ateliers de fabrication d'armes, et plusieurs millions de marks furent consacrés à l'acquisition de machines Pratt et Whitney, semblables à celles qui avaient été installées dans les manufactures d'armes américaines, à Springfield, ainsi qu'à Rock Island et à West Troy. Depuis cette époque, l'outillage mécanique

LES DIFFÉRENTS PHASES DE LA FABRICATION D'UN CANON DE FUSIL, PERMETTANT D'OBTENIR UN FORAGE ABSOLUMENT RÉGULIER

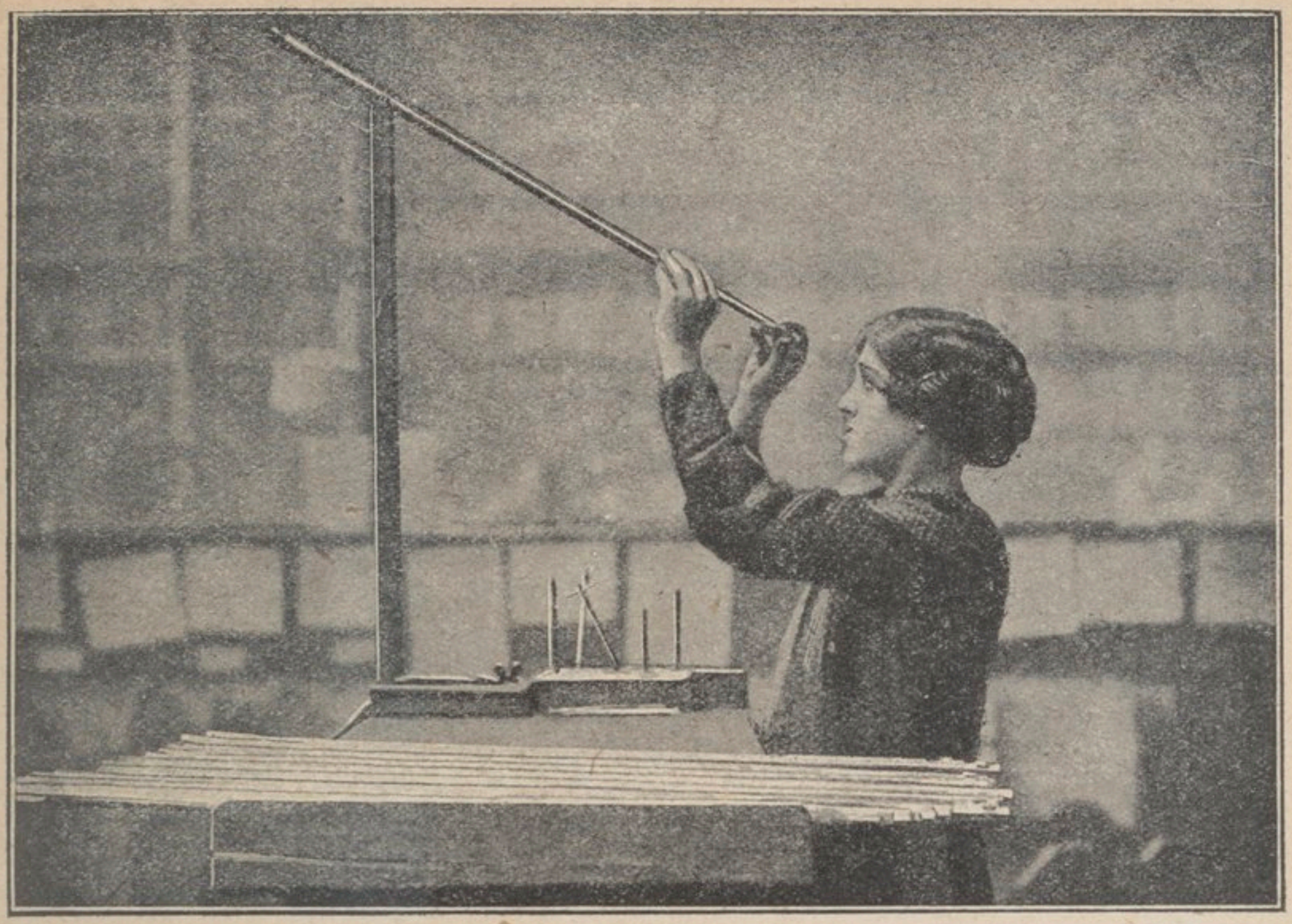
s'est répandu dans toutes les usines de même nature du monde entier, et l'on peut voir actuellement des milliers de machines américaines dans les ateliers spéciaux que la nécessité de la défense nationale a fait surgir depuis deux années dans les environs de Paris et dans certaines villes de province.

Les gouvernements alliés, notamment la Russie et l'Angleterre, ont commandé aux Etats-Unis des quantités de fusils considérables qui se montaient à plusieurs millions de pièces dès le mois de décembre 1915. Le prix unitaire payé était voisin de 150 francs, ce qui représente plus d'un demi-milliard de francs, non compris les sommes énormes soldées pour la fourniture des cartouches, à raison d'environ 1.000 par fusil vendu. On comprend donc qu'une seule maison américaine ait monté de toutes pièces une manufacture entièrement neuve pour installer 25.000 ouvriers chargés de fabriquer 1.500.000 fusils pour le gouvernement russe. Cette commande, qui représentait à elle seule environ 225 millions de francs, a permis d'amortir d'un seul coup les bâtiments et l'outillage nécessaires à son exécution.

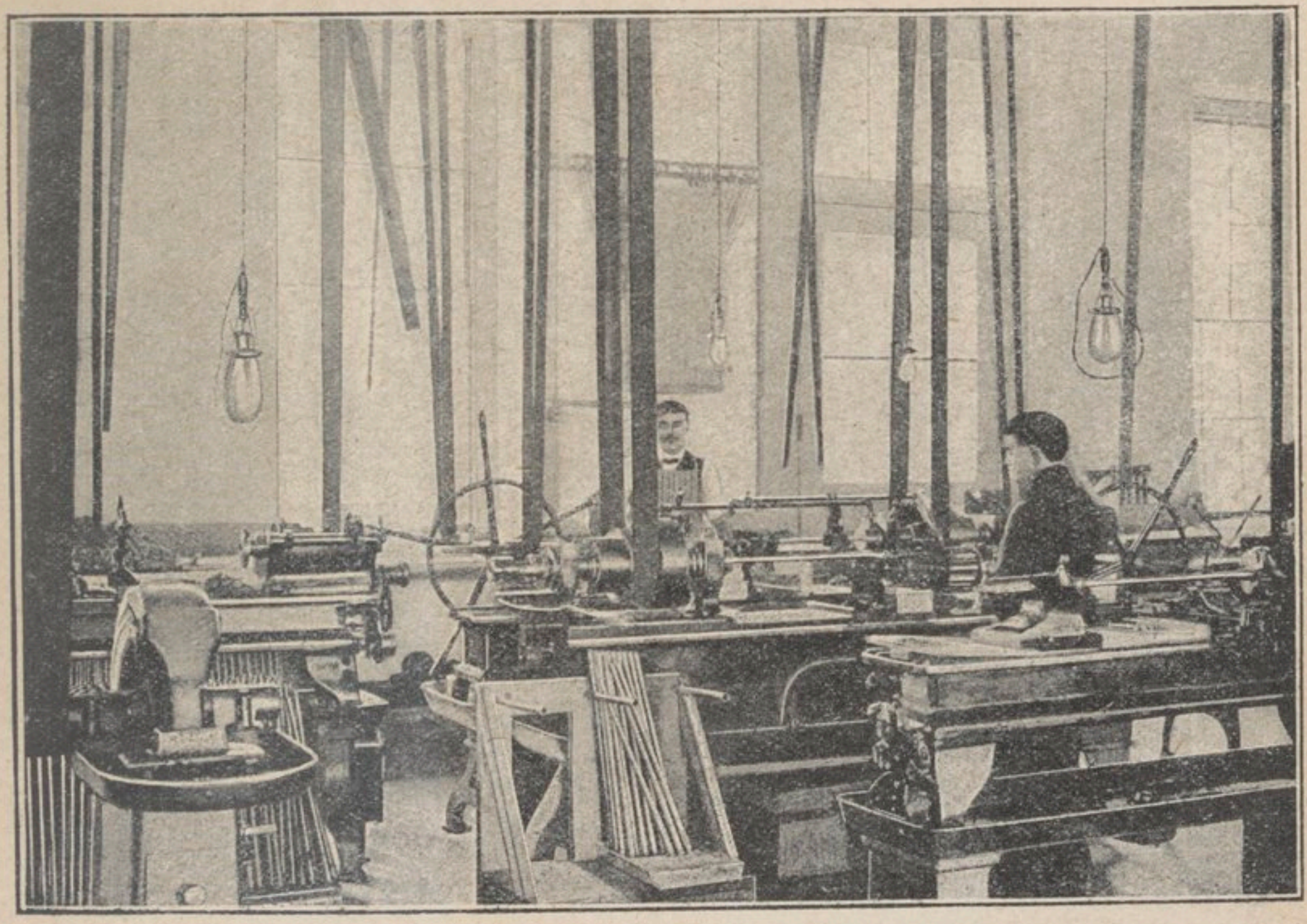
Il faut établir une distinction entre l'outillage général d'une manufacture d'armes et les outils spéciaux qu'exige l'exécution d'une commande déterminée. Ainsi, on ne pourrait passer de la fabrication du fusil Lebel à celle du Mauser ou du Mannlicher qu'en revisant toutes les machines-outils, en changeant les poinçons des marteaux de forge, les filières et les tarauds nécessaires à l'exécution des pas de vis, etc. Notamment, les machines à rayer doivent recevoir de nouvelles barres, car le nombre, le sens et le pas des rayures varient d'un fusil à l'autre.

Un autre élément d'appréciation du prix de revient est le renouvellement de l'outillage qui s'use très vite au cours de la fabrication.

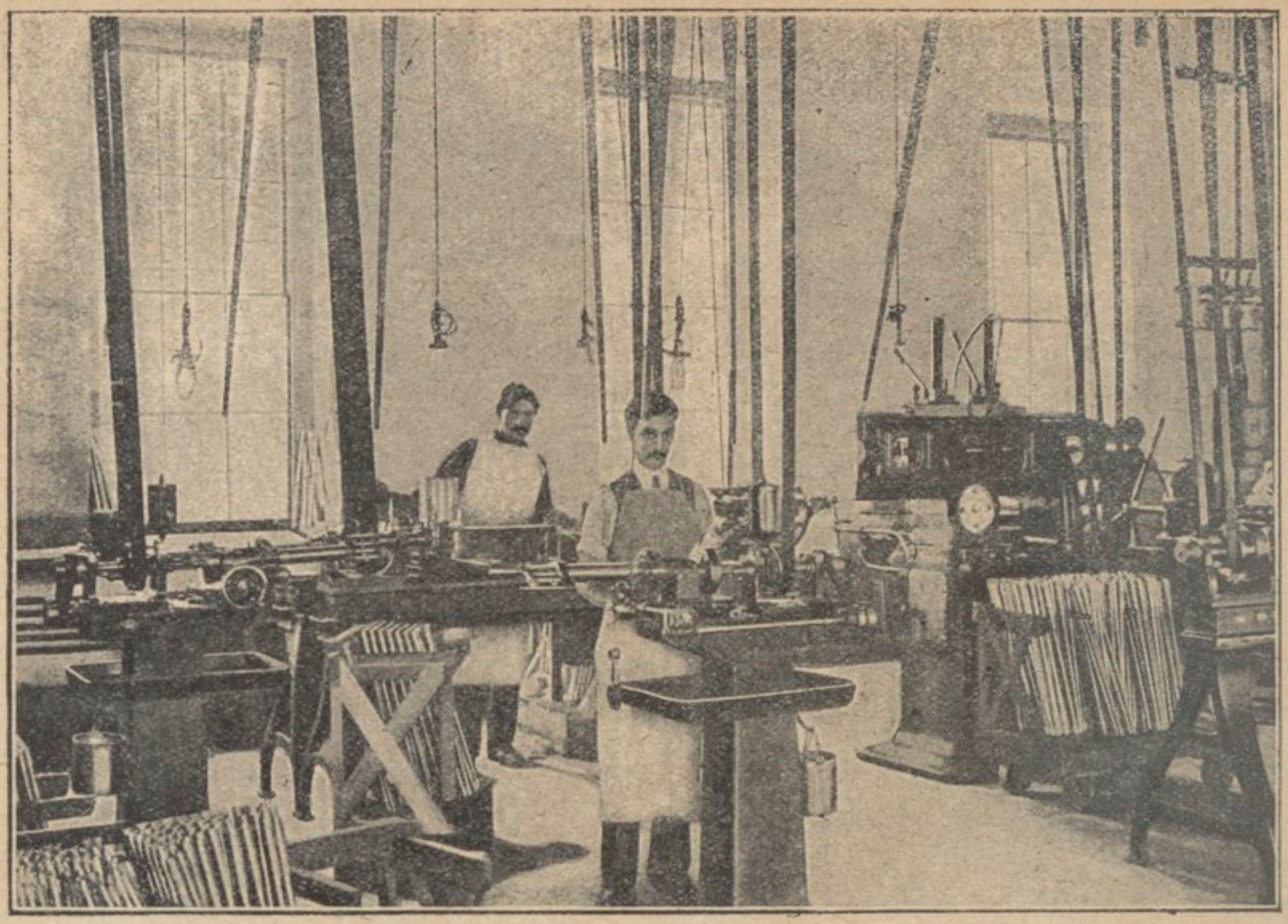
A l'activité fiévreuse que demande la fabrication rapide de plusieurs millions de fusils nécessaires aux troupes actives et aux réserves d'une grande armée, succède la marche lente correspondant aux périodes d'entretien. Pendant cette inaction forcée, la machinerie, fatiguée d'ailleurs par un



OUVRIÈRE EXAMINANT LES RAYURES D'UN CANON, DANS UNE MANUFACTURE FRANÇAISE

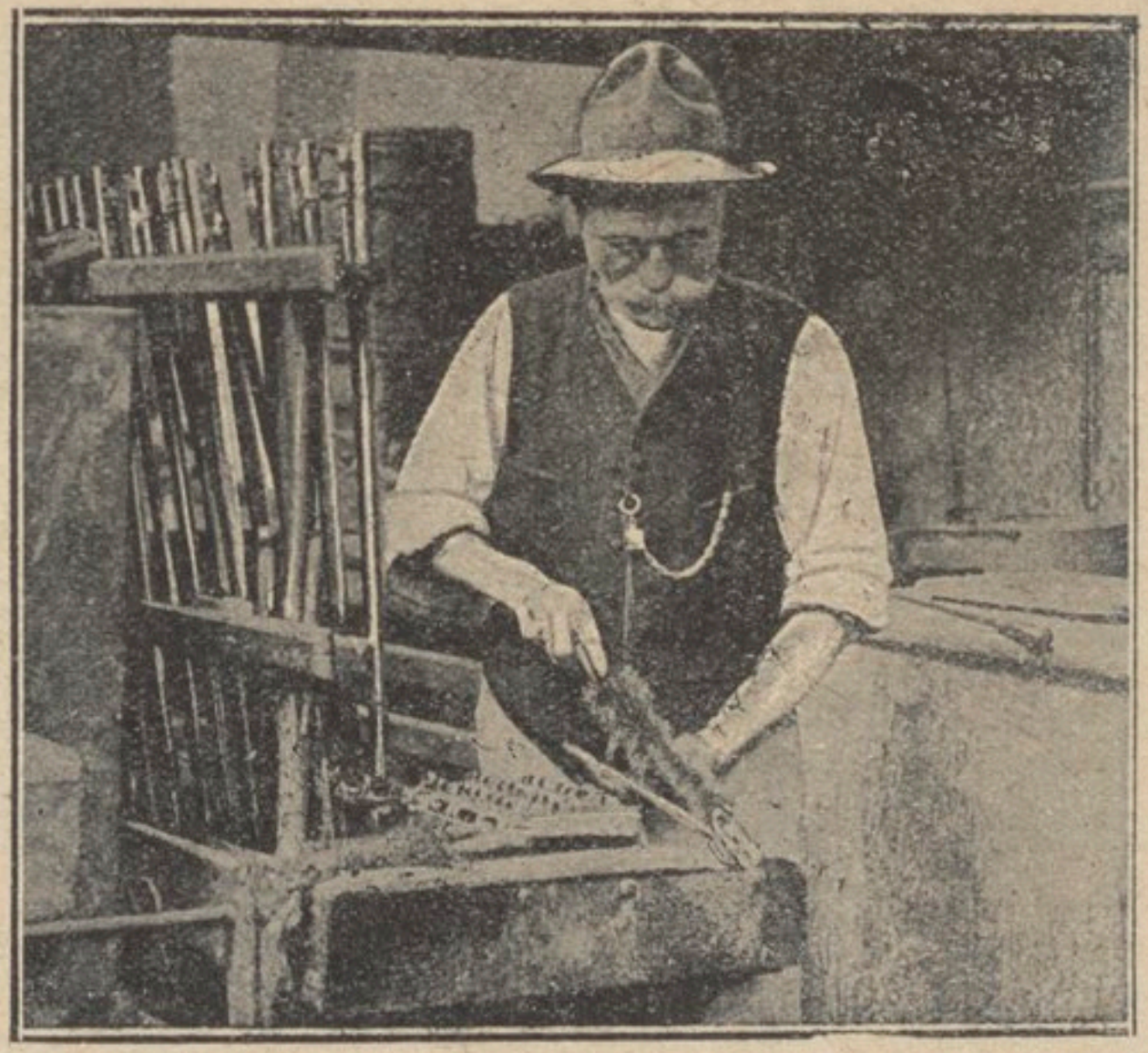


MACHINE A « CHAMBRER » LES CANONS DE FUSILS, DANS UNE FABRIQUE AMÉRICAINE



FILETAGE DE L'EXTRÉMITÉ D'UN CANON POUR LA FIXATION DU MAGASIN

usage intensif, se détériore rapidement, comme le font toutes les machines-outils dont on ne se sert pas couramment. Un outillage, si complet qu'il soit, ne peut donc servir que pour une fabrication déterminée, surtout si l'on considère nos usines d'Etat dont les périodes d'activité ne se renouvellent qu'après de longs intervalles de repos. Les manufactures privées, surtout celles qui se voient soutenues officiellement par leurs gouvernements respectifs, échappent à ce danger économique. C'est ainsi que les manufactures Mauser, à Oberndorf (Wurtemberg), et celles de Mannlicher, à Steyr (Autriche), ont fabriqué des quantités considérables de fusils de leurs systèmes, destinés à diverses nations européennes ou à des pays exotiques. Les armées roumaine, grecque, bulgare, hollandaise, etc., se sont adressées à la maison Mannlicher pour la fourniture de leurs armes, qui se trouvent ainsi ressembler beaucoup au fusil autrichien. D'autre part, la Turquie et l'Espagne ont adopté le fusil prussien de la firme Mauser.



OUVRIER FIXANT LE GUIDON SUR LE CANON D'UN FUSIL

Maurice RADIGUAT.

LA PROTECTION DES CANONS DES TOURELLES DE CUIRASSÉS CONTRE LE TIR DE LEURS VOISINS

Par Théodore GALLUT

ANCIEN CAPITAINE D'ARTILLERIE DE MARINE

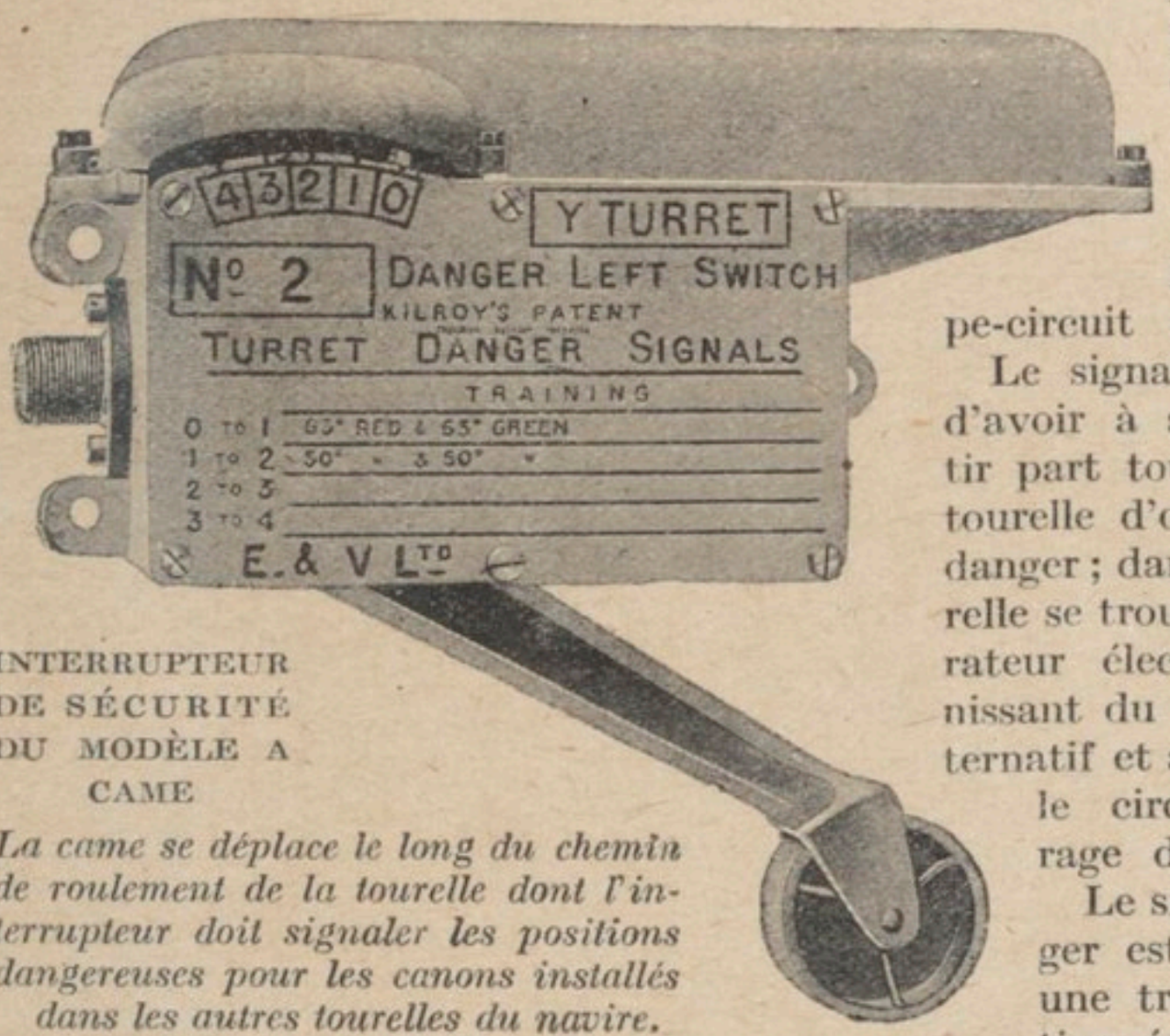
Les canons de gros calibres qui arment les tourelles des cuirassés de combat peuvent battre des buts situés soit à gauche soit à droite de l'axe du navire et tirer aussi soit en chasse soit en retraite, suivant les positions que les dites tourelles occupent à l'avant ou à l'arrière.

Le tir peut donc avoir lieu dans des directions comprises à l'intérieur d'angles très ouverts, mais les volées des canons des tourelles superposées doivent être orientées, lors du pointage en direction, de telle manière que les projectiles qu'ils lancent ne risquent pas de se rencontrer et de provoquer ainsi des éclatements prématurés et dangereux.

Afin d'éviter que les obus divers puissent, dans certains cas, se déplacer le long de trajectoires susceptibles de se couper dans l'espace, on a imaginé des dispositifs électriques avertisseurs qui préviennent les pointeurs que leurs pièces occupent, à un moment donné, une position dans laquelle il serait dangereux de tirer parce que d'autres canons du même navire sont pointés sur un but tel que les projectiles lancés simultanément pourraient facilement se heurter.

Le fonctionnement de ces appareils avertisseurs de sécurité du tir est fondé sur un principe très simple qui consiste à faire effectuer la fermeture ou l'interruption d'un courant électrique par le mouvement de rotation des tourelles ou des canons eux-mêmes sur le pourtour des chemins de roulement des galets de support des coupoles.

Le circuit traverse un appareil placé dans chaque tourelle, dont le signal fonctionne chaque fois que sa position par rapport à toute autre pièce ou partie saillante du bâtiment est telle qu'il est dangereux de tirer dans la direction correspondante exactement signalée par le coupe-circuit de sécurité.



INTERRUPTEUR DE SÉCURITÉ DU MODÈLE A CAME

La came se déplace le long du chemin de roulement de la tourelle dont l'interrupteur doit signaler les positions dangereuses pour les canons installés dans les autres tourelles du navire.

Le signal qui avertit d'avoir à suspendre le tir part toujours de la tourelle d'où émane le danger ; dans cette tourelle se trouve un générateur électrique fournissant du courant alternatif et alimenté par le circuit d'éclairage du navire.

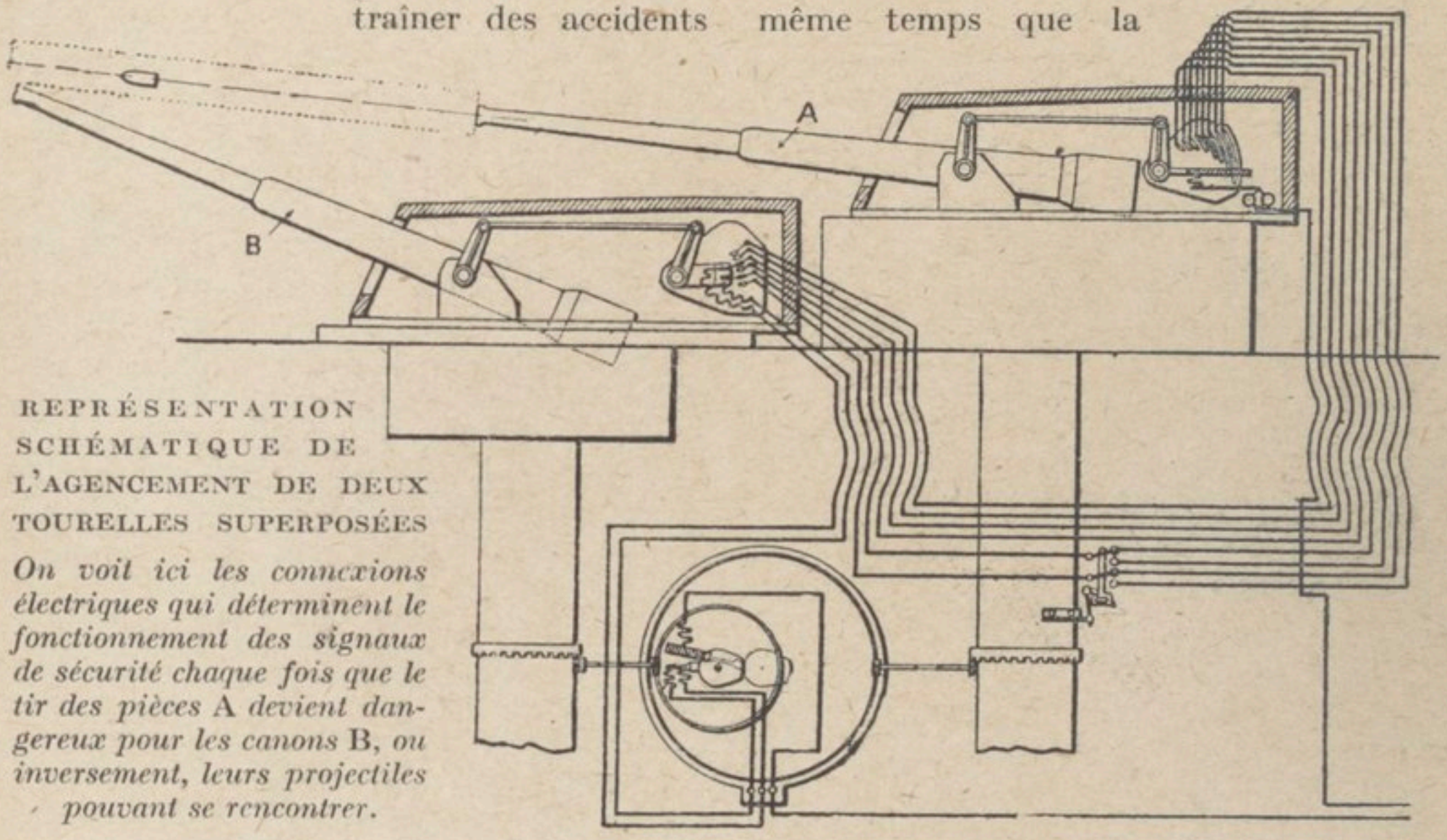
Le signal de danger est donné par une trompette actionnée par ce courant ; cette trompette émet une note grave caractéristique toutes les fois que le circuit est fermé.

On place à cet effet des contacts doubles à l'intérieur des interrupteurs actionnés par les cames. On peut aussi installer ces appareils de telle manière que les contacts se déplacent en même temps que les canons et ne puissent fermer le circuit que si les conditions rendant le tir tout à fait impossible sont vraiment réalisées.

Si l'on considère avec quelque attention le pointage des pièces en hauteur, on doit remarquer que les circonstances dange-

reuses qui semblent exister en plan peuvent être éliminées en réalité grâce aux inclinaisons différentes que prennent alors les pièces les unes par rapport aux autres.

Il faut donc prévoir pour le pointage en hauteur des coupe-circuits de sécurité spéciaux, couplés en série avec ceux du pointage en direction. On combine ces deux catégories d'appareils de manière à interrompre le courant qui passe dans le signal de danger quand la valeur de l'angle d'inclinaison dans le plan vertical rend le tir possible, bien que le pointage en direction paraisse devoir entraîner des accidents si l'on se borne à considérer les orientations relatives des pièces dans le plan horizontal. Il ne faut pas oublier qu'au même moment les signaux de sécurité correspondant au pointage en direction sont à la position de fermeture et que le personnel est prévenu.



REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DE L'AGENCEMENT DE DEUX TOURELLES SUPERPOSÉES

On voit ici les connexions électriques qui déterminent le fonctionnement des signaux de sécurité chaque fois que le tir des pièces A *devient dangereux pour les canons* B, *ou inversement, leurs projectiles pouvant se rencontrer.*

La figure (page 63) est un schéma représentant le mode d'installation des appareils et des circuits de commande d'un indicateur anglais système Kilroy appliqué à un canon A dont le tir peut devenir dangereux pour un autre B. Les pièces représentées sont placées dans des tourelles superposées, dispositif qui implique des angles de danger très ouverts. L'interrupteur de sécurité correspondant au pointage en direction est, dans ce cas, du type à contacts mobiles décrit plus loin. Dans le but de simplifier le dessin, on a intentionnellement supprimé les organes qui indiquent aux pointeurs de la tourelle B que la position occupée par leurs pièces est dangereuse pour la tourelle A et empêche, par conséquent, cette dernière de tirer.

Notons en passant qu'il existe, sur un certain nombre de cuirassés, des signaux avertissant le personnel d'une tourelle qu'il est exposé au souffle des gaz qui accompagne le tir des canons de tourelles voisines. Le principe de ces appareils est le même que celui des interrupteurs de pointage, sauf que les personnes, qui ont pu se garer du danger, peuvent effacer elles-mêmes le signal dès qu'elles se sont mises à l'abri.

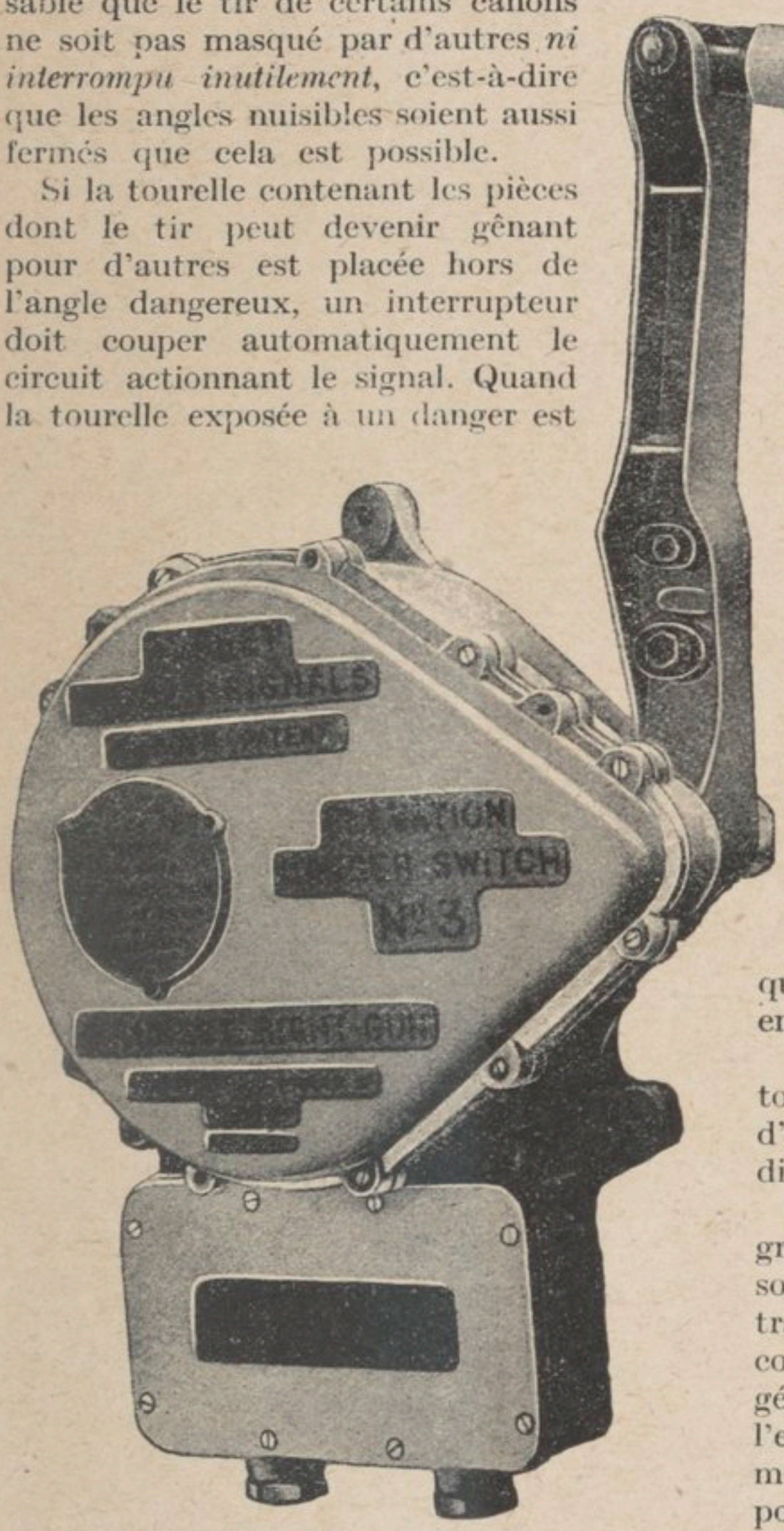
Ces indications phoniques sont complétées par l'apparition d'un voyant très visible de loin fonctionnant en même temps que la trompette. Ce système donne toute garantie au personnel qui manœuvre les canons.

Avant d'exposer les moyens employés pour provoquer la fermeture du circuit de commande des avertisseurs de sécurité, il faut analyser les conditions dans lesquelles le tir d'une tourelle déterminée peut devenir dangereux pour les autres tourelles.

Examinons le cas de canons placés dans un réduit cuirassé et susceptible de rendre impossible, à un moment donné, le tir de certaines pièces. Si l'on considère en premier lieu les manœuvres de pointage en direction on constate qu'il existe, pour chaque tourelle, des limites extrêmes de l'angle correspondant à la zone dangereuse. Une de ces limites est afférente aux canons dont le tir peut causer un accident à l'intérieur d'un certain angle ; la seconde limite intéresse les pièces qui se trouvent en même temps que d'autres dans l'angle qui peut devenir dangereux. La détermination de ces angles,

pour les pièces des tourelles qui causent le danger et pour celles qui y sont exposées, est un élément très important dans l'étude de la répartition de la grosse artillerie à bord des cuirassés. Il est, en effet, indispensable que le tir de certains canons ne soit pas masqué par d'autres *ni interrompu inutilement*, c'est-à-dire que les angles nuisibles soient aussi fermés que cela est possible.

Si la tourelle contenant les pièces dont le tir peut devenir gênant pour d'autres est placée hors de l'angle dangereux, un interrupteur doit couper automatiquement le circuit actionnant le signal. Quand la tourelle exposée à un danger est



ANCIEN MODÈLE D'INTERRUPTEUR DE SÉCURITÉ

Cet appareil vertical à manivelle est antérieur à l'apparition des superdreadnoughts et des tourelles superposées sur les cuirassés.

placée à l'extérieur de l'angle correspondant à sa position défavorable, le circuit sera coupé par un second interrupteur commandé par le mouvement de rotation de la cuirasse mobile. Mais si les deux coupoles sont placées l'une par rapport à l'autre de telle manière que les orientations des canons soient comprises à l'intérieur des angles dangereux, le circuit doit être fermé. L'interruption ou la fermeture du courant électrique est provoquée par un interrupteur qui comporte un contact qu'entraîne le mouvement de pointage en direction de la tourelle, soit au moyen d'une came placée sur le chemin de roulement, des galets, soit par l'intermédiaire d'arbres et d'engrenages.

Quand l'angle dangereux dépasse une certaine valeur, il est indispensable d'adopter des dispositifs servant à éviter une réduction inutile de l'efficacité du feu.

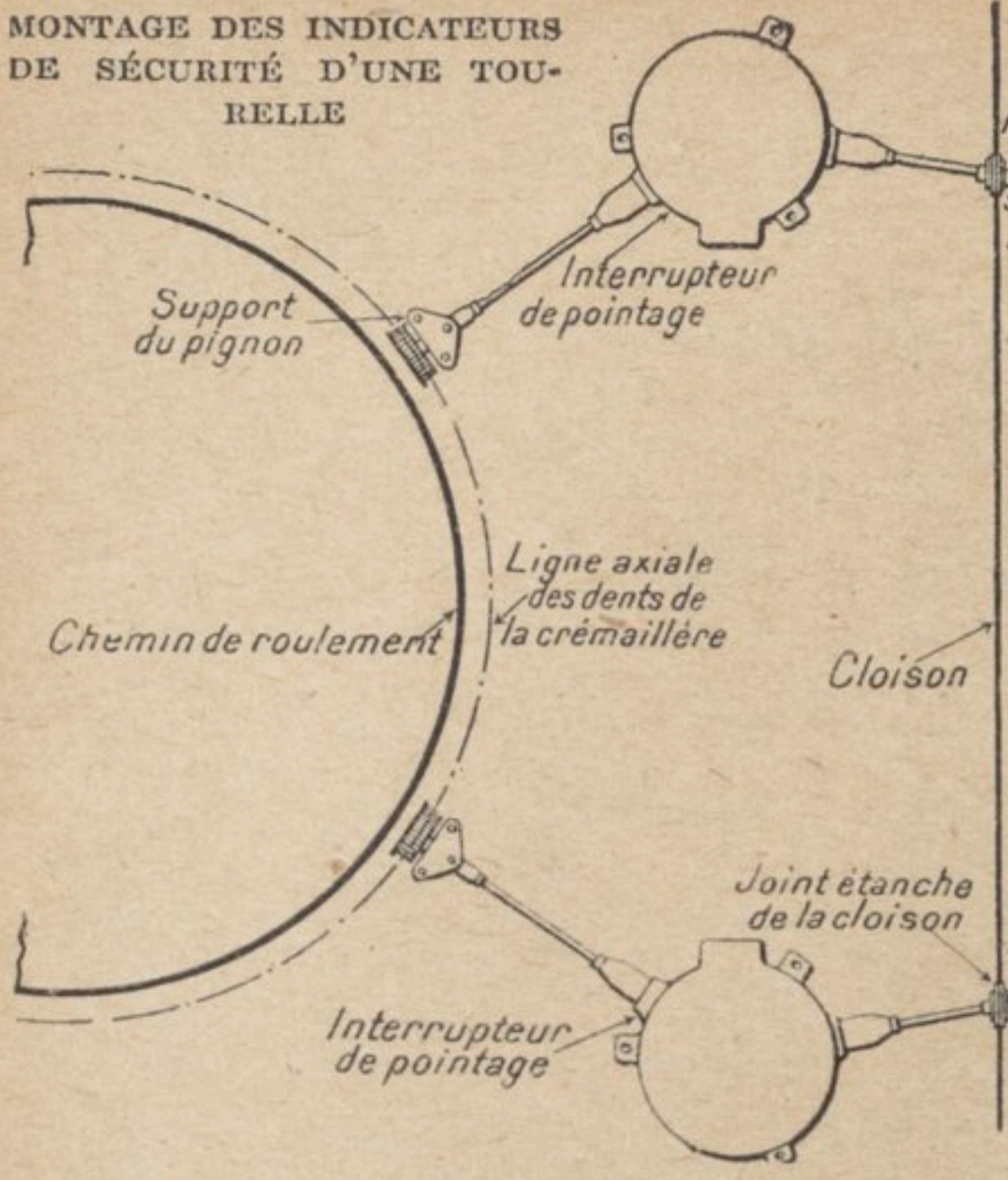
On a cherché à augmenter le nombre de tonnes d'acier lancées par les canons des cuirassés en remplaçant les anciennes coupoles simples par des tourelles multiples superposées. En même temps, le calibre des pièces est passé de 24 centimètres à 40, de sorte qu'un canon de 16 pouces (406 mm), ayant une longueur de quarante-cinq fois son calibre, présente à peu près 15 mètres de volée hors de la tourelle. Le pointage en hauteur des anciennes pièces courtes se serait donc fait avec une facilité relative, tandis qu'actuellement les canons de la tourelle inférieure, longs de plus de 18 mètres, gênent ceux de la tourelle supérieure dès que le but visé commande de les pointer en hauteur sous un certain angle.

Cet inconvénient se produit donc sur tous les cuirassés modernes ayant des canons d'un calibre supérieur à celui de 305 mm, disposés dans des tourelles superposées.

Dans un combat à longue distance, les gros canons actuels doivent être tirés sous des angles permettant de donner à la trajectoire toute la hauteur voulue. Or, comme les navires de combat tirent en général par le travers, en défilant devant l'ennemi, ils ne pourraient utiliser que la moitié de leurs pièces de tourelles si les pointeurs avaient à craindre d'être gênés dans leurs opérations. C'est dans cette occurrence que l'indicateur de sécurité rend de très grands services en permettant de réduire au minimum les cas où l'on doit cesser de tirer avec une tourelle supérieure pour ne pas gêner le tir de l'autre.

Si l'on considère un superdreadnought portant 12 canons de 34 centimètres, le poids de la bordée des pièces de tourelles susceptibles de tirer ensemble par le travers atteint presque 7 tonnes, c'est-à-dire 7.000 kilogrammes. Ce poids serait réduit à 3.500 kilos, si la moitié des pièces devait

MONTAGE DES INDICATEURS DE SÉCURITÉ D'UNE TOURELLE

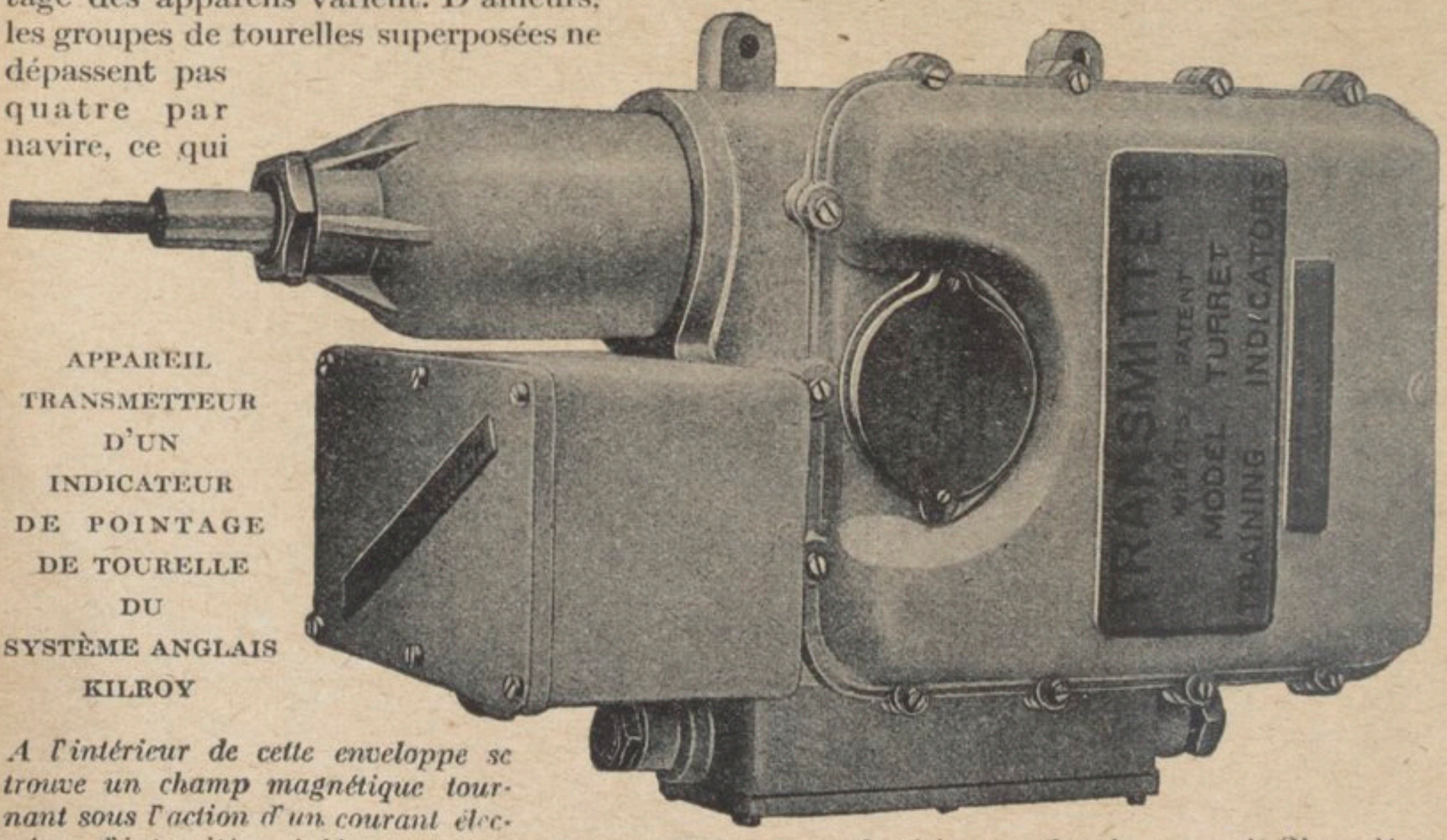


cesser de tirer pour ne pas gêner les autres. Un tel incident se produisant au cours d'un combat pourrait devenir une cause d'infériorité très dangereuse, surtout si l'ennemi, s'en apercevant rapidement, pouvait en profiter en intensifiant son propre feu.

Le principe de l'installation des indicateurs de sécurité reste le même, quel que soit le nombre des tourelles superposées d'un bâtiment, car les détails seuls du montage des appareils varient. D'ailleurs, les groupes de tourelles superposées ne dépassent pas quatre par navire, ce qui donne seize pièces, c'est-à-dire huit paires de canons. Les indicateurs de sécurité de tous systèmes s'appliquent également aussi bien aux tourelles triples ou quadruples qu'aux tourelles doubles.

Le point de départ de l'installation d'indicateurs de pointage à bord d'un cuirassé est la pose d'un réseau de câbles armés à huit fils qui distribuent le courant aux petits moteurs alternatifs, en traversant les boîtes de jonction et les interrupteurs. Pour plus de sécurité, on double tous les conducteurs afin de parer aux accidents pouvant résulter de la rupture accidentelle de l'un des deux circuits. Les moteurs alternatifs sont également prévus en double et des plombs fusibles sont distribués le long du réseau afin de parer efficacement aux excès de voltage.

Au point de vue électrique, le transmetteur Kilroy est basé sur le même principe que l'appareil bien connu sous le nom de Ohmmètre. Deux bobines, disposées à angle droit l'une par rapport à l'autre, sont établies de chaque côté d'un pivot vertical supportant une aiguille de fer doux. En faisant varier l'intensité et le sens des courants qui traversent les bobines on peut imprimer au champ résultant, et par conséquent à l'aiguille, des déplacements



APPAREIL TRANSMETTEUR D'UN INDICATEUR DE POINTAGE DE TOURELLE DU SYSTÈME ANGLAIS KILROY

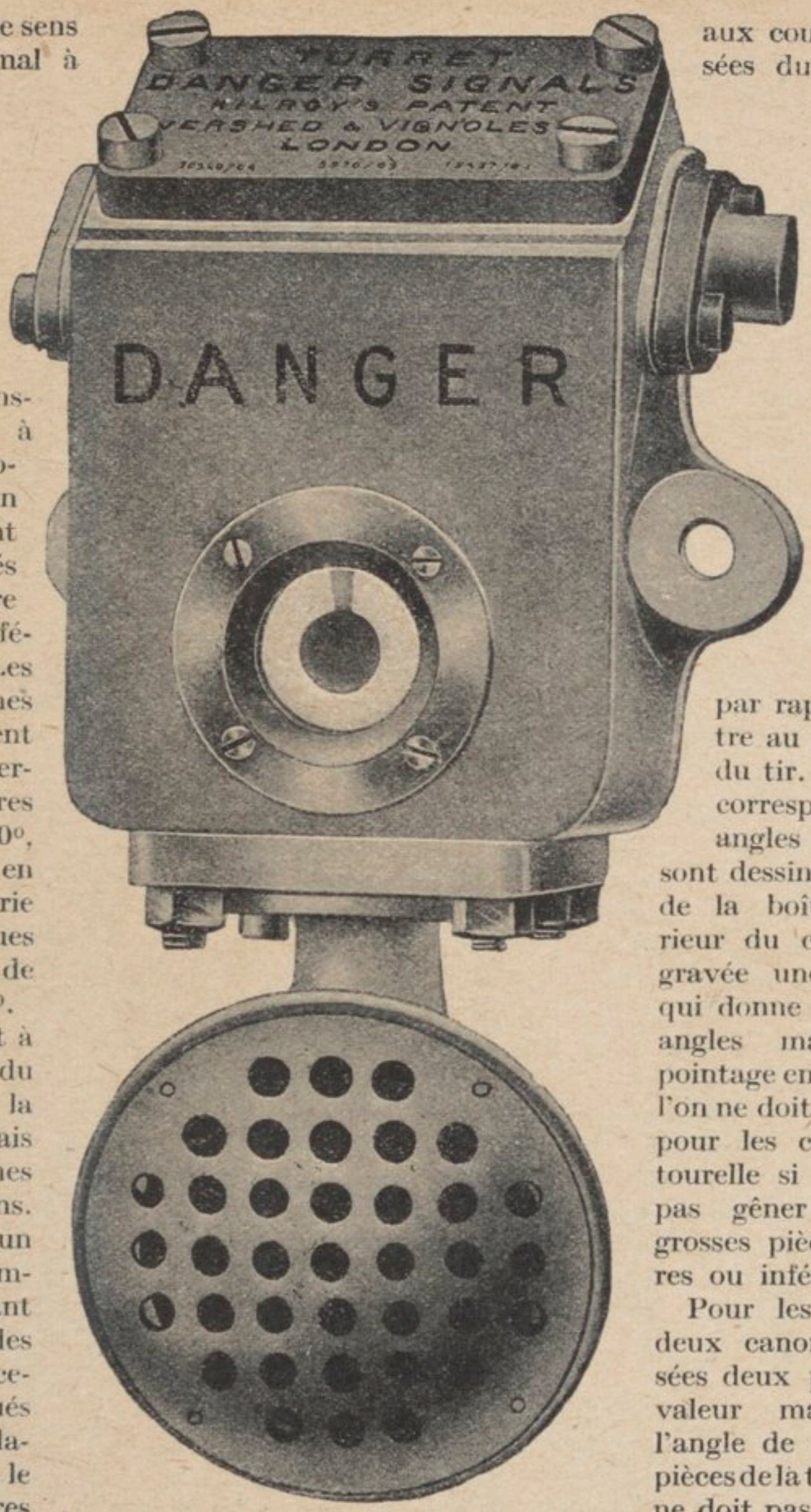
A l'intérieur de cette enveloppe se trouve un champ magnétique tournant sous l'action d'un courant électrique d'intensité variable, comme dans l'appareil de mesure de résistance électrique appelé Ohmmètre.

correspondants dans le sens exigé par chaque signal à transmettre ou à recevoir. Le transmetteur est donc un appareil spécialement combiné pour provoquer les variations d'intensité et de sens du courant nécessaires.

Les tourelles sont installées de manière à leur permettre de provoquer la rotation d'un bâti circulaire portant quatre balais disposés à 90° l'un de l'autre le long de la circonférence d'un cercle. Les deux groupes de bobines de l'indicateur reçoivent le courant par l'intermédiaire de deux paires de balais montés à 180°, qui peuvent entrer en contact avec une série de touches métalliques disposées sur un arc de cercle d'environ 189°.

Une résistance sert à graduer l'intensité du courant, tandis que la disposition des balais par rapport aux touches en fait changer le sens.

L'indicateur est un appareil à deux commandes correspondant chacune à l'une des tourelles. Les déplacements sont provoqués par deux aiguilles placées chacune dans le champ de deux paires de bobines montées à angles droits. Tous les organes étant prévus en double, le système est ainsi rendu complètement astatique grâce à leur symétrie.



TROMPETTE D'AVERTISSEMENT

Ce signal fonctionne chaque fois que le tir d'une tourelle de cuirassé devient dangereux pour les autres canons.

Le personnel chargé de la conduite des tourelles et du pointage des pièces peut se rendre facilement compte de l'exactitude des indications fournies par l'ensemble des appareils en examinant la position respective de deux petits modèles de tourelles dont les déplacements correspondent aux mouvements de rotation réels imprimés aux coupoles cuirassées du navire. Ces modèles sont placés à l'intérieur d'une boîte métallique fermée par un couvercle à charnières qu'il suffit de soulever pour voir comment deux tourelles superposées sont réellement placées l'une par rapport à l'autre au point de vue du tir. Des secteurs correspondant aux angles dangereux sont dessinés sur le fond de la boîte. A l'intérieur du couvercle est gravée une inscription qui donne la valeur des angles maximum de pointage en hauteur que l'on ne doit pas dépasser pour les canons d'une tourelle si l'on ne veut pas gêner le tir des grosses pièces supérieures ou inférieures.

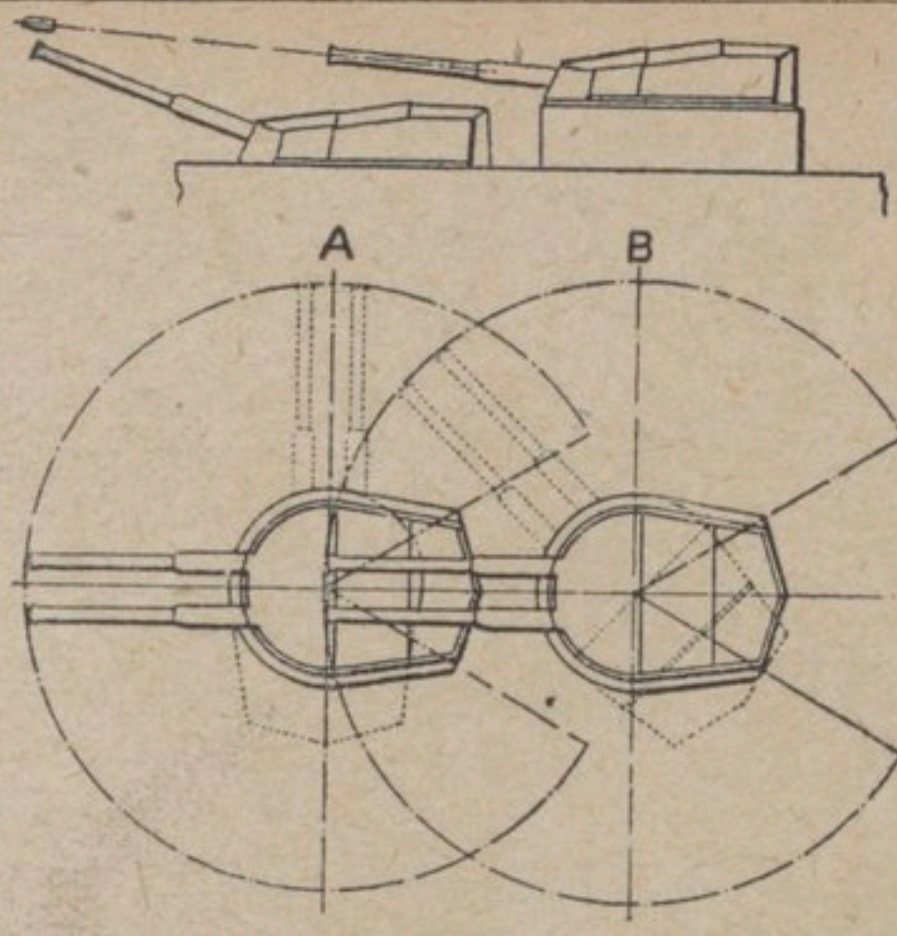
Pour les coupoles à deux canons, superposées deux par deux, la valeur maximum de l'angle de pointage des pièces de la tourelle basse ne doit pas dépasser 5°.

Le fonctionnement de tous ces appareils est automatique et leur présence fournit aux chefs de pièces des indications dont ils ne sauraient se passer pour éviter de terribles accidents. Le seul inconvénient que l'on puisse leur reprocher est que la destruction des réseaux de distribution de courant pourrait les mettre hors d'état de fonctionner. C'est là un défaut commun à tous les dispositifs électriques quels qu'ils soient. Il faut cependant remarquer que la réparation ou la remise en état provisoire

d'un circuit électrique peut être effectuée très rapidement, même pendant un combat, par la simple interposition d'un câble neuf posé en remplacement d'une section détruite. Les appareils à transmission mécanique ou hydraulique sont au contraire difficilement réparables et, s'ils sont atteints au début d'un combat, il y a de grandes chances pour que leur fonctionnement reste interrompu pendant toute la durée de l'action.

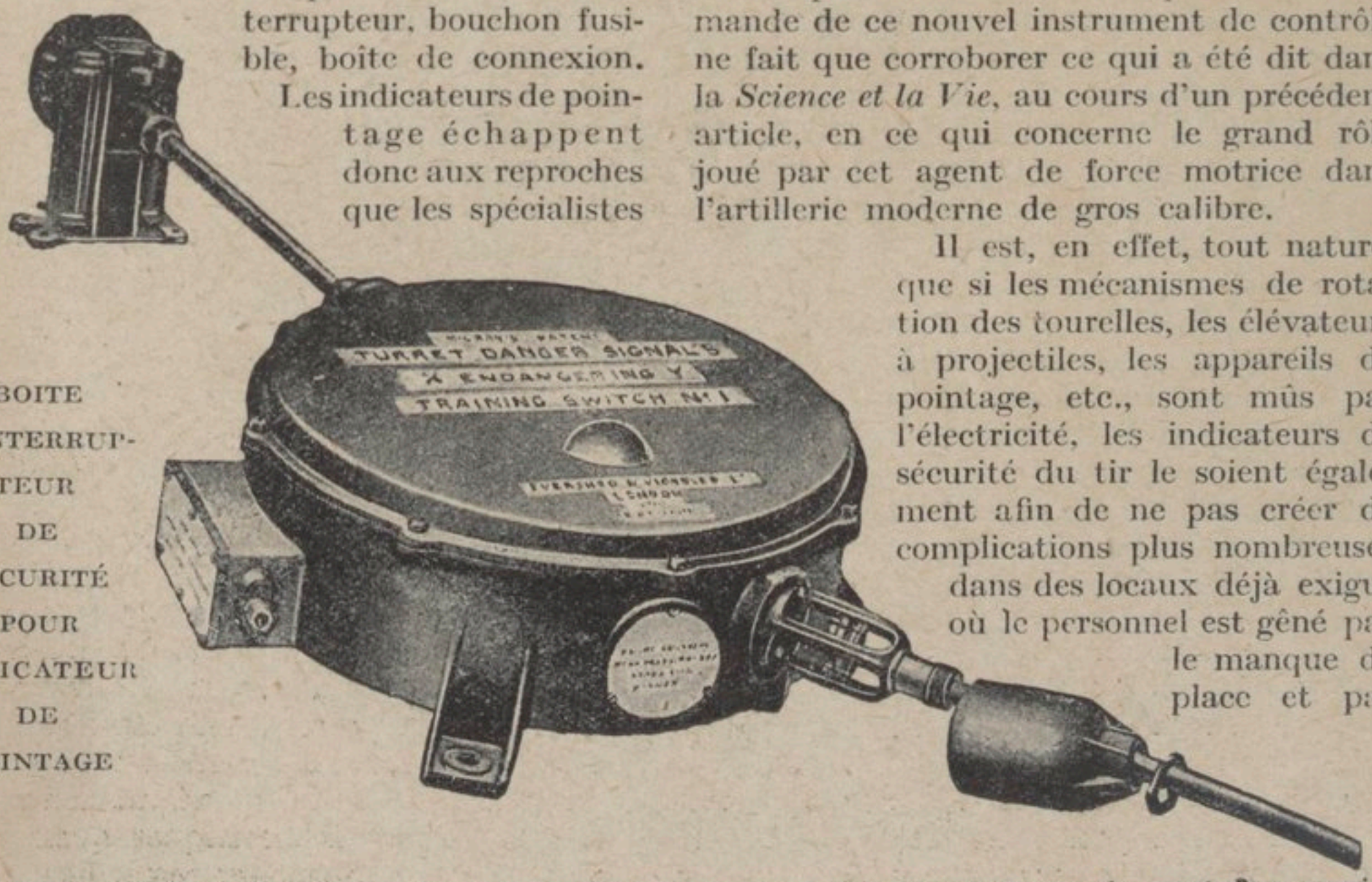
D'ailleurs, des précautions particulières doivent être prises pour le maintien en service des indicateurs de pointage, même au cas où certains de leurs organes viendraient à être avariés ou détruits par le feu des canons ennemis. C'est ainsi que des pièces de rechange doivent être tenues en nombre suffisant à la disposition du personnel des tourelles afin de permettre la prompte remise en service de tout appareil détérioré. Ces pièces sont enfermées dans des boîtes spéciales placées à côté de chaque appareil, tel que transmetteur, interrupteur, bouchon fusible, boîte de connexion.

Les indicateurs de pointage échappent donc aux reproches que les spécialistes



ANGLE DE TIR DE DEUX TOURELLES SUPERPOSÉES

Dans la position représentée, le tir de la tourelle B *gêne celui de la tourelle* A, *dont les canons sont pointés en hauteur sous un angle de 20°.*



BOITE D'INTERRUPTEUR DE SÉCURITÉ POUR INDICATEUR DE POINTAGE

du tir à la mer adressent à certains appareils de direction du tir qui présentent le grave défaut d'être d'une complication extrême et de se trouver ainsi exposés à de fréquents dérangements qui rendent leurs indications très aléatoires.

On conçoit en effet que si le pointeur se trouve privé subitement au cours d'un combat des renseignements fournis par son indicateur, cette circonstance le placera dans des conditions très défavorables pour l'exécution d'un tir précis. Il vaut donc mieux se passer d'un appareil si l'on ne peut pas avoir la certitude que son concours ne viendra pas à manquer au moment même où il serait le plus utile. Ce n'est pas le cas de l'indicateur de pointage des tourelles à commande électrique qui se distingue, au contraire, par sa simplicité et sa robustesse et dont le fonctionnement peut être facilement maintenu même au cours des actions d'artillerie les plus violentes et les plus prolongées.

L'emploi de l'électricité pour la commande de ce nouvel instrument de contrôle ne fait que corroborer ce qui a été dit dans la *Science et la Vie*, au cours d'un précédent article, en ce qui concerne le grand rôle joué par cet agent de force motrice dans l'artillerie moderne de gros calibre.

Il est, en effet, tout naturel que si les mécanismes de rotation des tourelles, les élévateurs à projectiles, les appareils de pointage, etc., sont mûs par l'électricité, les indicateurs de sécurité du tir le soient également afin de ne pas créer de complications plus nombreuses dans des locaux déjà exigus où le personnel est gêné par le manque de place et par

Le schéma inférieur de la page 63 représente le montage de cet appareil sous le pont d'un navire et dans sa véritable position, à l'inverse de celui-ci, qui a été retourné pour plus de clarté dans le dessin.

les circonstances du tir, étant données la chaleur développée et les émanations des gaz.

Afin de permettre le pointage en hauteur des pièces d'une tourelle inférieure suivant un angle très ouvert, on pourrait si l'on opérait sur terre, surélever suffisamment les pièces supérieures jusqu'à ce qu'elles arrivent à ne plus gêner les autres dans aucune position.

Cette solution, en apparence très simple, est impossible à bord des navires où l'on doit chercher à abaisser, au contraire, le plus possible le centre de gravité des ensembles d'installations disposés au-dessus des ponts. En effet, tous les poids de cette nature tendent à faciliter le chavirement de la coque en cas de tempête, de choc avec un autre bâtiment, ou de voies d'eau qui viendraient à se déclarer par suite de l'éclatement d'un projectile de gros calibre. On a vu par de nombreux exemples, dont le dernier est celui du *Blücher*, coulé pendant la bataille du Dogger Bank, avec quelle facilité relative un grand cuirassé arrive à chavirer la quille en l'air sous les coups répétés de l'artillerie.

En surélevant les tourelles supérieures on ne ferait donc qu'accroître très dangereusement la tendance fâcheuse au chavirement que présentent certaines coques de cuirassés ou de grands croiseurs modernes.

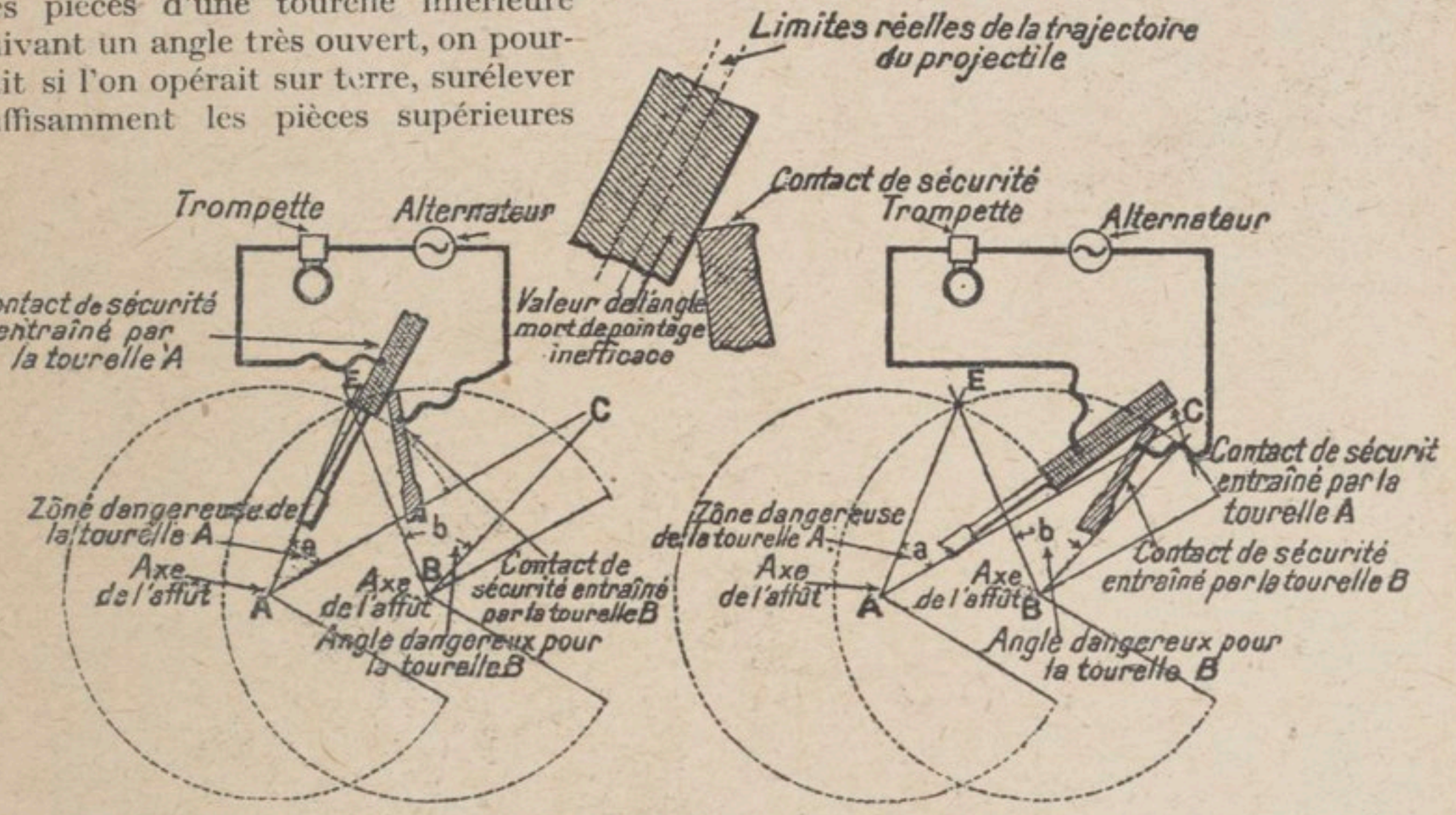
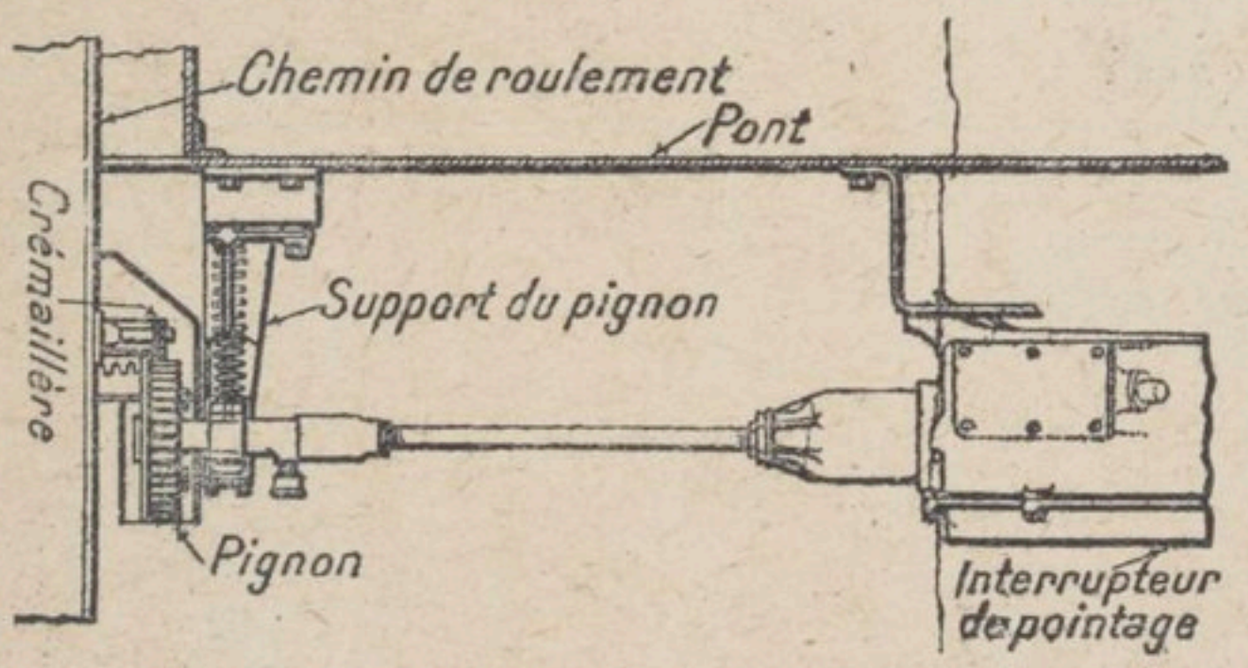


SCHÉMA MONTRANT LE PRINCIPE DU FONCTIONNEMENT DES APPAREILS DE SÉCURITÉ DU SYSTÈME ANGLAIS KILROY

Dans l'exemple choisi il s'agit de deux tourelles superposées renfermant chacune deux canons.

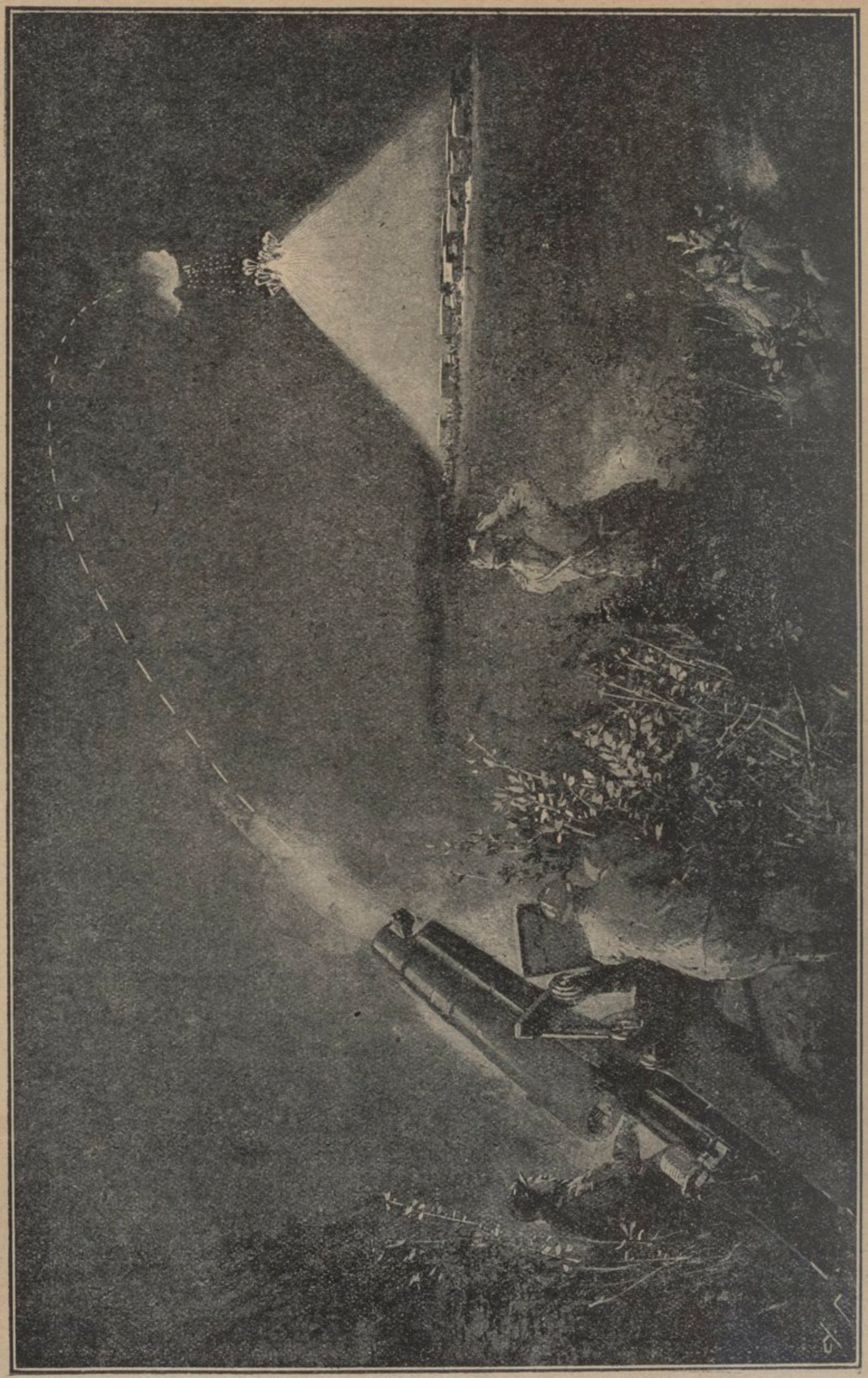
Comme nous l'avons dit plus haut, certains éléments de la superstructure, tels que cheminées, etc., doivent aussi être garantis contre le tir des canons. L'indicateur Kilroy s'applique très facilement dans ce cas. Il suffit de disposer sur le chemin de roulement des tourelles un contact fixe que vient heurter un taquet mobile se déplaçant en même temps que la coupole. Dès que la position de cette dernière devient dangereuse le signal de sécurité fonctionne.



VUE EN ÉLÉVATION DU MONTAGE D'UN INTERRUPTEUR DE DANGER

L'appareil, fixé sous le pont par un support métallique, est relié à la tourelle correspondante par un arbre et par un jeu de pignons et d'engrenages.

Théodore GALLUT



LANCEMENT, AU MOYEN D'UN CANON, D'UN OBUS ÉCLAIRANT A SIX TUBES, OU ÉTOILES, MUNIS CHACUN D'UN PARACHUTE

LES PROJECTILES ÉCLAIRANTS ET LE COMBAT DE NUIT

Par Clément CASCIANI

L'idée d'éclairer un champ de bataille pendant la nuit au moyen d'une lumière artificielle plus ou moins intense n'est pas précisément moderne ; on la retrouve réalisée à diverses périodes de l'histoire militaire des nations, surtout depuis l'époque de Louis XIV où les compositions d'artifice furent couramment employées dans les guerres de mouvement et de siège, même dans les plus anciens pays.

Sans doute nos ancêtres pratiquaient peu la guerre pendant la nuit, et on sait que, la plupart du temps, quand une bataille n'était pas terminée après le coucher du soleil et qu'aucun des deux adversaires ne voulait s'avouer vaincu en prenant la fuite, les troupes couchaient sur les positions qu'elles occupaient respectivement, et la lutte reprenait dès la pointe du jour. D'ailleurs, une bataille dans les ténèbres n'est guère possible, et, jusqu'à la période moderne, c'est-à-dire vers le dix-septième siècle, les armées ne disposaient pas d'un luminaire suffisamment puissant pour transformer la nuit en jour ; leurs seuls appareils d'éclairage pour rechercher les blessés pendant la nuit sur les champs de bataille étaient tout simplement la lanterne et la torche. Enfin, la bataille nocturne offrait de tels dangers pour les troupes qui les entreprenaient que les chefs en rejetaient même l'idée, quels que fussent les avantages qu'ils pouvaient en retirer. Combien de fois n'a-t-on pas vu, en effet, même dans les petits combats qui, eux, se livrent

FUSÉES ÉCLAIRANTES LANÇÉES D'UNE TRANCHÉE PENDANT UNE ACTION D'INFANTERIE

Le but essentiel de ces fusées, qui étaient déjà employées par les armées de Louis XIV, est d'éclairer le terrain en avant pour se rendre compte des mouvements de l'adversaire ; mais elles servent encore à d'autres fins : elles sont utilisées comme signaux de couleur conventionnels, soit pour demander des renforts à l'arrière soit des tirs de barrage à exécuter par l'artillerie.

couramment mais où ne sont engagés qu'un faible nombre d'hommes, de terribles méprises commises, un bataillon et un régiment amis, se prenant l'un l'autre pour des ennemis, se fusiller mutuellement ! Nous ne parlons pas, bien entendu, des cas où il y a nécessité absolue de se battre pendant la nuit, dans les situations désespérées, par exemple pour se frayer un chemin, ou pour surprendre l'ennemi, tenter un coup de main à la faveur de l'obscurité ; celle-ci, alors, non seulement n'est pas nuisible, mais est même indispensable pour assurer la réussite.

Il est encore un autre motif pour lequel les troupes ne se battaient guère, sauf quelques exceptions, que pendant le jour. L'homme, en général, a une peur instinctive des ténèbres.

Le général Yusuf dépeint ainsi les impressions du soldat pendant la nuit :

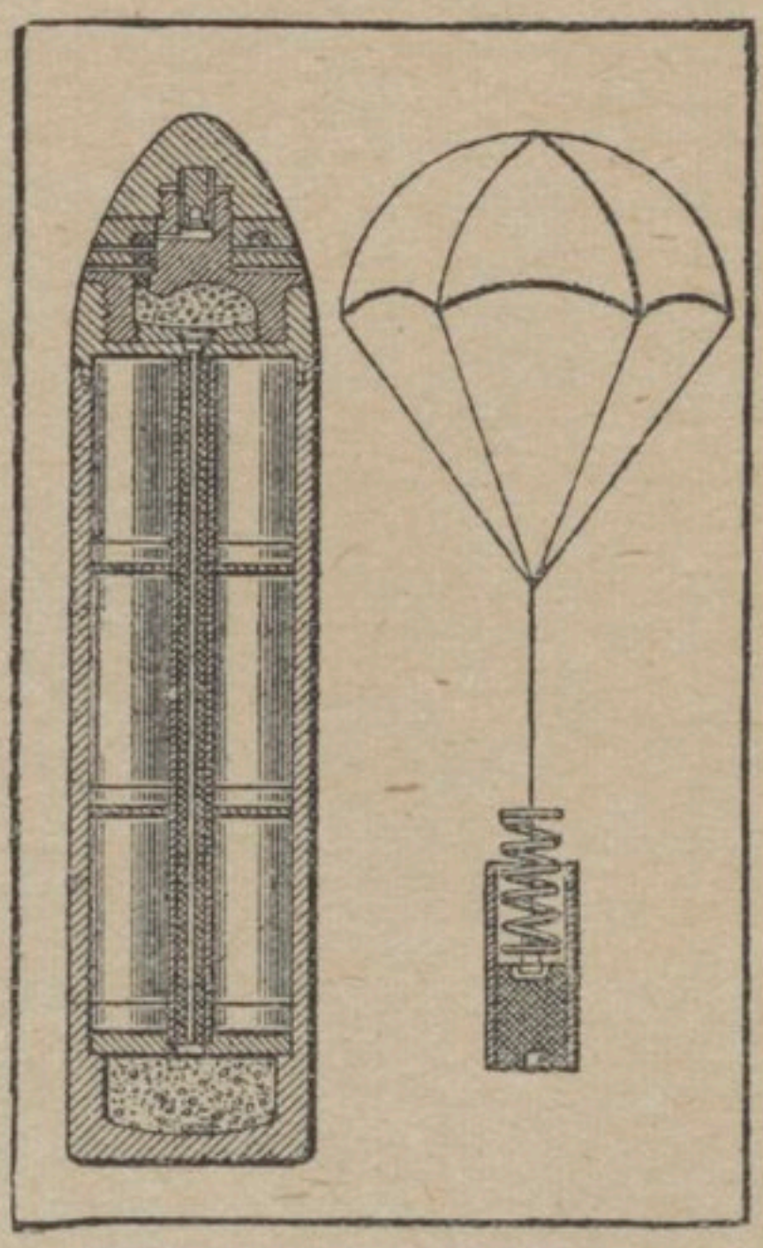
« La nuit, son imagination s'exalte et subit les impressions de l'inconnu : essentiellement mobile, prompt à s'influencer, à tenter et souvent à exécuter de jour des actions héroïques impossibles, ce même soldat se laisse facilement aller au découragement dans la nuit, par un ciel obscur. Il voit mille choses fantastiques, mille fantômes dansent devant lui. Ne voyant rien, marchant au hasard, ne sachant où il va, il croit souvent que l'on s'est égaré. »

« Les hommes placés en sentinelle, ajoute le général Bruneau, regardent devant eux, mais les premiers jours ne voient, ne saisissent rien. Ils prennent une pierre ou un buisson pour un homme qui se cache, le bruit d'un animal nocturne pour le pas d'un ennemi, et, si celui-ci vient à paraître, ils perdent fréquemment la tête...

« L'homme isolé, qui sait qu'il est sans appui ou que cet appui est trop loin pour être efficace, voit son moral diminuer rapidement ; la tension de son esprit, en éveil du danger qu'il sent menaçant dans l'ombre, détermine une anémie cérébrale passagère qui lui fait voir en grande quantité des choses qui n'existent que dans son imagination ; le moindre bruit fait battre son cœur, dont les pulsations répercutées par les artères paraissent prendre une sonorité inquiétante ; s'il ne se ressaisit pas par un effort de volonté, ce n'est plus qu'une loque humaine quand il est en face du danger réel et immédiat.

« Le plus grand danger d'une attaque de nuit c'est de prendre les siens pour l'ennemi.

« De là la nécessité de porter un signe bien apparent, tel qu'un mouchoir blanc au bras, une branche de verdure plantée dans le sac, et mieux de passer une chemise par-dessus la capote, moyen consacré par le succès de maintes attaques des temps passés, d'où est venue l'expression : « Donne une camisole ».



OBUS ÉCLAIRANT DU SYSTÈME ALLEMAND

Le projectile renferme six petits cylindres remplis d'une composition éclairante ; à la base de chacun d'eux est replié un petit parachute qui se déploie quand l'éclatement de l'obus a libéré dans l'espace les six fusées, qui descendent alors lentement vers le sol en projetant un large cône de lumière vive.

Cependant, malgré les inconvénients des combats de nuit, on remarque qu'ils eurent une tendance à se multiplier, à mesure qu'on se rapprochait des temps actuels. Pendant la période napoléonienne on en cite un certain nombre qui furent même parfois des batailles, et, chose à remarquer, ils tournèrent le plus souvent à l'avantage de ceux qui les engageaient.

Des écrivains militaires éminents les recommandent d'ailleurs fortement. Le général Dragomiroff, entre autres, dit, dans son Manuel de la préparation des troupes au combat :

« Les marches de nuit permettent, dans l'offensive, de s'approcher de l'ennemi secrètement, et, dans la retraite, de s'éloigner promptement de lui à son insu.

« Les actions de nuit frappent l'adversaire par la surprise qu'elles lui causent, le privent de la possibilité de juger les forces qui l'attaquent et réduisent à des proportions négatives l'effet de son feu.

« C'est pourquoi on peut faire la nuit de grandes choses avec peu de monde, et, plus les armes à feu se perfectionnent, plus l'habitude de marcher et de manœuvrer, d'agir de nuit, gagnera de l'importance. »

On sait assez que les événements de guerres modernes sont venus corroborer plei-

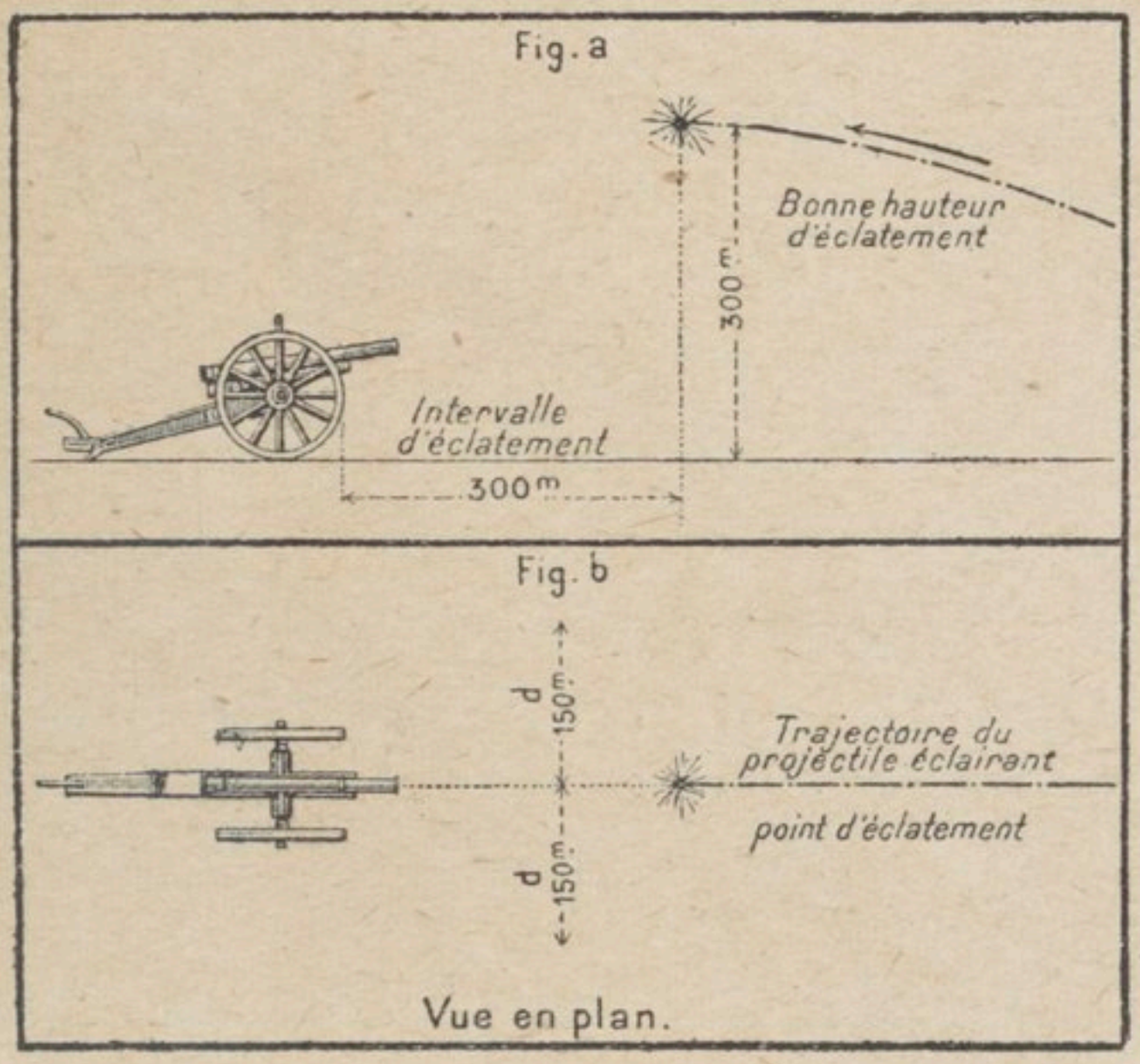
nement les affirmations du célèbre entraîneur d'hommes, surtout en ce qui concerne les perfectionnements des armes à feu.

Les effets meurtriers des fusils de petit calibre à répétition, des mitrailleuses, du fusil mitrailleur ou à tir automatique, des canons à tir rapide donnaient depuis longtemps à prévoir que l'attaque en plein jour d'une position judicieusement organisée et courageusement défendue entraînerait pour l'asaillant des pertes considérables.

Les troupes d'assaut seraient décimées, désorganisées, arrêtées dans leur élan avant l'effort final si, grâce à la configuration du terrain, elles ne pouvaient s'avancer, par des zones défilées, jusqu'à l'immédiate proximité de leur objectif. Et même, dans cette circonstance éminemment favorable, quelle indomptable énergie, quelle trempe morale ne leur faudrait-il pas pour franchir sans hésitation, sous la grêle des balles et de la mitraille, l'espace, si restreint soit-il, compris entre le dernier couvert et la ligne de feu de la défense !

Et l'on a vu, au cours de la guerre actuelle, surtout dans sa première partie, que ces prévisions n'avaient rien d'exagéré, qu'elles étaient même au-dessous de la réalité.

Aussi les partisans des combats de nuit devinrent-ils de plus en plus nombreux, non pas qu'ils préconisassent de livrer dans l'obscurité des batailles rangées, mais seulement d'exécuter des surprises d'avant-postes qui, préparées à la faveur des ténèbres, permettraient d'enlever à peu de frais, dès l'extrême pointe du jour, des points d'appui dont, quelques heures plus tard, la conquête coûterait beaucoup de temps et d'hommes. De pareils coups de main, préludant à un engagement général, pouvaient influer de la façon la plus favorable sur le développement des événements, d'autant plus que derrière les détachements chargés d'opérations de cette nature, on aurait soin de tenir rassemblées des forces prêtes à entrer en ligne à leur tour et à profiter des succès obtenus. Les mouvements préparatoires de ces forces se feraient aussi pendant la nuit, à une certaine distance en arrière du réseau de sûreté, de façon à échapper aussi complètement que possible — au moins dans l'état des investigations à l'époque où cette opinion fut émise — à l'observation de l'adversaire.



SCHÉMAS MONTRANT LES LIMITES UTILES D'ÉCLATEMENT DES PROJECTILES ÉCLAIRANTS

Ces obus spéciaux, pour remplir efficacement leur office, doivent exploser à trois cents mètres de hauteur et également à trois cents mètres en avant de l'objectif à éclairer, afin d'embrasser complètement celui-ci dans leur cône lumineux.

On sait que cette opinion a prévalu, et, aujourd'hui, on se bat la nuit tout aussi bien que le jour, quand il y a grand avantage à le faire.

Il y a ainsi avantage à attaquer la nuit :

Quand on poursuit un ennemi dont le moral est ébranlé ;

Quand on veut le harceler, briser sa résistance en l'exténuant, en ne lui laissant pas une heure de repos ;

Pour enlever un ouvrage fortifié où on perdrait trop de monde pendant le jour ;

Pour conquérir des points d'appui nécessaires ou pour se rapprocher des objectifs à battre ou à enlever au point du jour ;

Pour faire des prisonniers en nombre ;

Pour se faire jour dans une situation désespérée, comme échapper à un encerclement ;

Lors du passage des grands fleuves défendus par des retranchements sur la rive opposée — ou des cours d'eau dont la rive opposée est occupée par l'ennemi ;

Dans les opérations de siège, dans la guerre autour des positions fortifiées, et naturellement aussi dans celle de tranchées ;

Pour tenter un coup de main sur un campement, un bivouac, un ouvrage d'art, une voie ferrée, une station d'étape, un

UN VÉRITABLE FEU D'ARTIFICE DE FUSÉES ÉCLAIRANTES LANCÉES PAR L'ENNEMI

magasin militaire, un dépôt de vivres et de munitions, un convoi de ravitaillement, un rassemblement de travailleurs, etc.

Mais si les attaques de nuit sont avantageuses pour la troupe qui les entreprend, on comprendra aisément que celles contre lesquelles elles sont dirigées devront y parer avec le plus grand soin afin de les faire échouer. Pour cela, il faut une vigilance de tous les instants, des sentinelles avancées nombreuses, des patrouilles fréquentes. Mais les sentinelles avancées peuvent être facilement enlevées par l'adversaire — on a vu plus haut qu'il ne fallait pas trop comp-

ter sur elles — et il en résulte une fausse sécurité ; de même les patrouilles ne peuvent pas toujours s'aventurer bien loin sans courir les plus grands risques. De plus, dans la nuit, la vue est très bornée, et, de ce fait, la surveillance est forcément insuffisante.

Ce qu'il faut, avant tout, c'est voir clair chez l'ennemi aussi loin que possible, comme en plein jour, afin de ne pas perdre de vue les moindres de ses mouvements.

Or, on y parviendra en suppléant à la lumière du jour par l'emploi d'une lumière artificielle. Mais ici on se heurta à un obstacle considérable : le défaut d'appareils produisant un éclairage suffisamment intense pour répandre une lumière convenable au loin et sur une grande étendue de terrain.

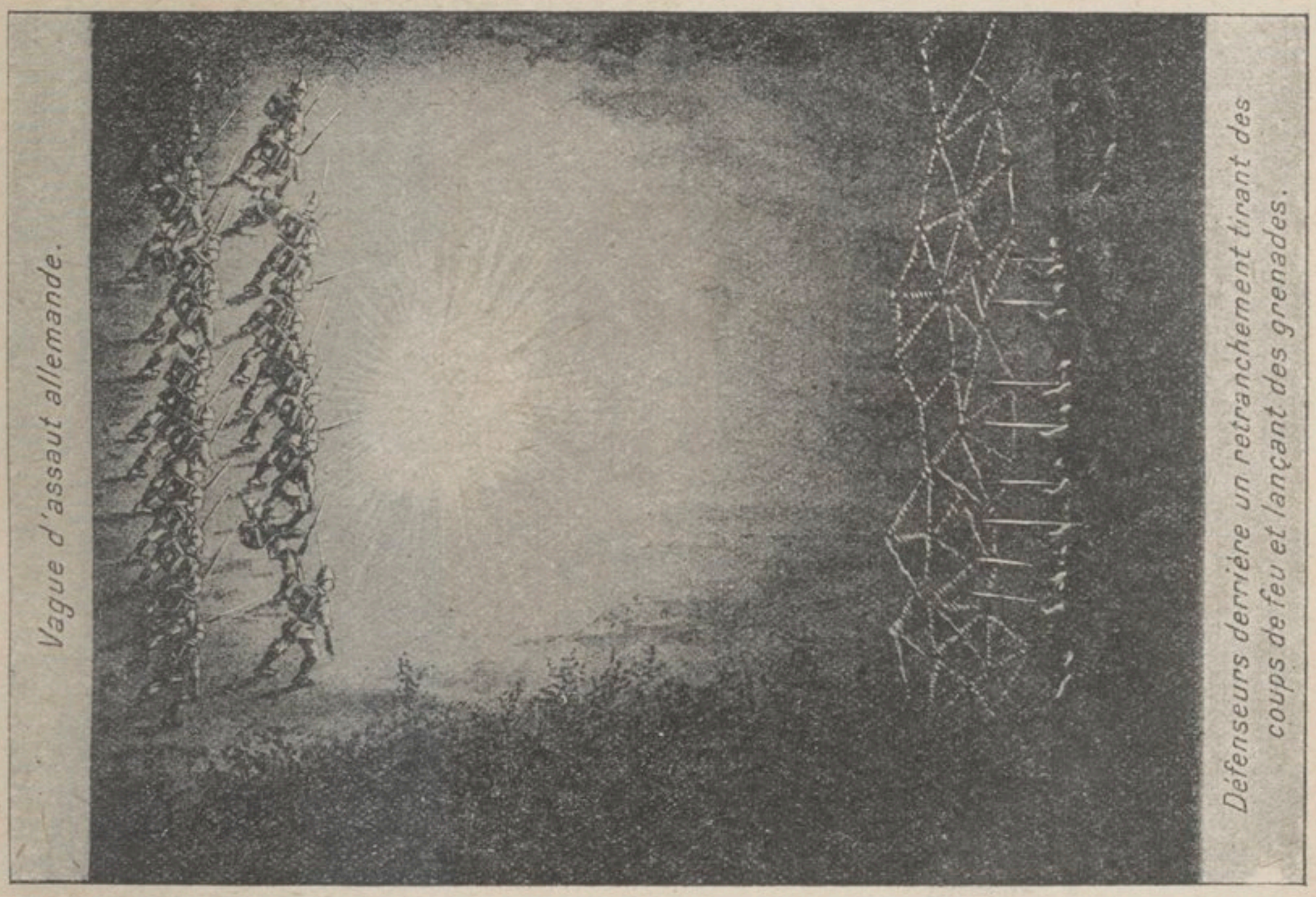
Cette lumière existait dans notre armée, comme on le verra plus loin : mais, on ne sait pour quelle raison, on hésitait à y avoir recours. Peut-être espérait-on trouver mieux.

On songea tout d'abord à utiliser les projecteurs, qui venaient de recevoir d'importants perfectionnements, et la lumière électrique que l'on commençait à produire à un bon marché relatif à l'aide de machines.

Le premier essai dans cette voie eut un bon succès et donna quelques espérances ; il fut fait en 1870, pendant le siège de Paris, par les soins de l'ingénieur Bazin. Le poste lumineux était établi sur les hauteurs de Montmartre, au moulin de la Galette, et il pouvait éclairer dans un rayon de huit à dix kilomètres de distance, jusqu'à la presqu'île de Gennevilliers. Il rendit quelques services car il put empêcher les Allemands de traverser la Seine en cet endroit.

La question sommeilla alors pendant longtemps, comme beaucoup d'autres problèmes dont la solution semblait épineuse, et elle ne fut reprise que trente ans plus tard.

En 1901 seulement, en effet, on vit apparaître, aux grandes manœuvres de Beauce, une voiturette automobile éclairante. Son succès fut médiocre. D'abord, on constata que la puissance éclairante était trop limitée, le pinceau lumineux, fort étroit, devait être promené sans cesse dans tous les sens, ce qui rendait l'observation fatigante ; le moindre obstacle, tel qu'un pli de terrain une construction, un mur, l'arrêtait. Quand on portait l'appareil sur un point élevé pour éviter ce dernier inconvénient, il devenait alors une cible merveilleuse pour les



VAGUE D'ASSAUT ÉCLAIRÉE PAR DES GRENADES LUMINEUSES LANCÉES A LA MAIN
Ces grenades servent aussi aux pilotes de dirigeables et aux aviateurs pour repérer, pendant la nuit, les points qu'ils doivent observer ou qu'ils ont mission de bombarder.

DÈS LA CHUTE DU JOUR, LES FUSÉES STRIENT L'ESPACE EN AVANT DES LIGNES FRANÇAISES..

projectiles ennemis et sa destruction à bref délai pouvait être considérée comme certaine.

La conduite de la machine destinée à fournir l'électricité (et on ne pouvait songer à employer une autre source de lumière) était délicate, surtout à cette époque où on manquait de spécialistes, et sa présence sur la ligne de feu était particulièrement encombrante. Enfin, quand on sortait de la zone éclairée et qu'on se retrouvait dans l'obscurité, celle-ci paraisait doublée.

Bref, il fallait trouver autre chose. Et l'on en revint au système du bon vieux temps, aux fusées éclairantes d'artifice déjà en usage, dans les armées de Louis XIV, et qui, depuis longtemps, avaient été mises de côté, sans qu'on sût exactement pourquoi.

Ces fusées ont une puissance lumineuse considérable; en les faisant brûler en l'air convenablement, on peut éclairer comme en plein jour une grande étendue de terrain.

L'école de pyrotechnie de Bourges avait déjà, d'ailleurs, travaillé le problème, mais les difficultés de sa solution étaient grandes, paraît-il; on avait sans doute oublié le procédé de leur fabrication sous Louis XIV. car elles exigèrent plusieurs années de patientes études et d'expériences répétées. Ce fut vers la fin de 1901 qu'elles aboutirent à un engin éclairant donnant à peu près satisfaction à l'état-major, et qui fut, par la suite, amélioré et mieux mis au point.

Il partait d'une idée que des personnes peu versées dans l'histoire de notre matériel de guerre qualifièrent de tout à fait nouvelle et de merveilleusement simplifiée :

« Employer le projectile du canon pour transporter des compositions éclairantes qui, s'allumant à l'éclatement, projettent la lumière dans la zone occupée par l'ennemi, à toutes les distances voulues, jusqu'à l'extrême limite de la portée des pièces. »

Outre la possibilité qu'il fournit de pouvoir éclairer très facilement, et de façon convenable, une vaste étendue de terrain qu'il y a intérêt à ne pas laisser dans l'ombre, il présente l'avantage de ne pouvoir être détruit par l'ennemi, alors que le projecteur, en raison de sa nature même d'émetteur de lumière posté sur un point fixe impossible à défiler aux vues de l'adversaire, est extrêmement facile à repérer et à démolir.

Toutes ces qualités, les fusées lumineuses de nos pères les possédaient également, et il est assez piquant de voir que le progrès n'est qu'un éternel recommencement.

Cependant, les Allemands voulurent aussi avoir leur projectile éclairant. Ils s'y prirent plus tard que nous, et les usines Krupp ne le sortirent qu'en 1913, sous le nom d'obus-lumière, ou obus-projecteur. Il a extérieurement la forme et l'aspect d'un obus ordinaire, et il contient, dans son intérieur, un certain nombre de tubes ou petits cylin-

FANTASSIN CHARGÉ DU LANCEMENT DES FUSÉES ÉCLAIRANTES A BAGUETTE

dres, que l'on appelle étoiles, qui renferment la composition lucigène — composition d'artifice plus ou moins analogue aux feux de Bengale blancs et qui peut être, au besoin, remplacée par des fils ou rubans de magnésium. Sur le dessin en coupe que nous avons donné à la page 66, on voit six de ces tubes. Dans le projectile français (marqué intérieurement d'un E suivi d'une étoile) destiné à être tiré avec le canon de 155 court, il y en a huit. Dans un logement pratiqué à la base de chacun de ces tubes on a placé un tout petit parachute en soie replié.

L'obus contient en outre une charge de poudre très réduite dont le rôle est :

1° d'enflammer la composition éclairante contenue dans les tubes ou étoiles ;

2° de projeter vers l'arrière le culot du projectile (qui n'est retenu que par un filetage peu résistant) et les étoiles.

Quand celles-ci sont sorties, leur parachute est chassé hors de son logement par un petit ressort à boudin qui se détend et, grâce à son montage spécial à ressort, il s'ouvre immédiatement. Le tube commence alors à descendre en prenant sa position normale, c'est-à-dire au-dessous du parachute, le bout allumé tourné vers le bas ; brûlant pendant un temps variant de 45 secondes environ à une ou plusieurs minutes, (selon les modèles), il projette une vive lumière sur le sol sous la forme d'un immense cône qui permet d'apercevoir tout ce qu'il y a intérêt à connaître pour l'observation et le repérage.

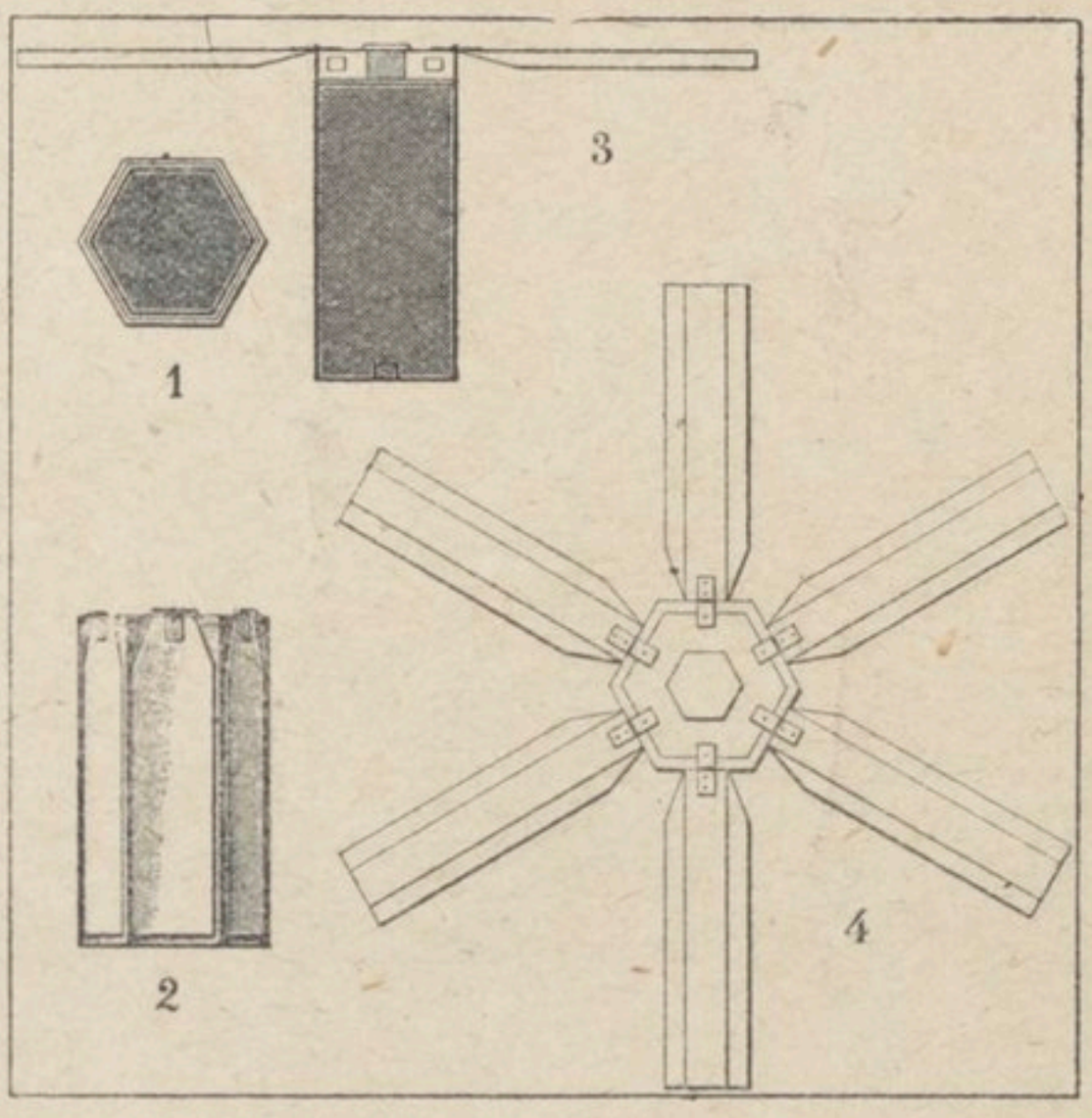
La fusée d'ogive qui enflamme la charge de poudre au moment opportun, c'est-à-dire quand le projectile est arrivé à la distance voulue, est, dans le modèle allemand, une fusée à temps mécanique ou à mouvement d'horlogerie, et, dans le modèle français, une fusée fusante, également à temps.

Nous ne pouvons nous étendre plus longuement sur la description du projectile éclairant français ; toutefois, sans divulguer les secrets précieux de la défense nationale, nous pouvons dire que nous avons, au moins, l'équivalent de ce que possèdent les Allemands dans cet ordre d'idées.

La hauteur d'éclatement la plus avantageuse est celle de 300 mètres et l'intervalle d'éclatement ne doit pas dépasser 300 mètres (fig. p. 67). En outre la direction doit être réglée à 150 mètres près environ. On peut ainsi observer à 1.000 ou 2.000 mètres.

Les Allemands possèdent un projectile lumineux d'un modèle récent, également inventé par Krupp, dans lequel on a remplacé le cylindre-étoile par un prisme à six faces, rempli de composition éclairante. Il y a ainsi moins de vide, moins de place de perdue dans l'obus. En outre, ce prisme est *complètement* rempli de composition, alors que le cylindre ne l'est qu'à moitié, le parachute replié et le ressort occupant la moitié

supérieure. On obtient ainsi soit plus de lumière, soit une plus longue durée d'éclairage. Le parachute est formé de six lames ou surfaces portantes fixées à charnières par une de leurs extrémités à la partie supérieure du prisme, de telle façon que chacune d'elles correspond à une face dudit prisme. Avant d'entrer celui-ci dans l'obus, on les rabat sur les faces du prisme et elles occupent ainsi fort peu de place. Quand le prisme est chassé de l'obus par la déflagration de la charge, un ressort qui se détend leur fait prendre une position horizontale formant angle droit avec les six faces. Par la résistance qu'elles opposent à l'air, la descente est ainsi ralentie.



NOUVEAU MODÈLE D'« ÉTOILE » A PARACHUTE D'UN OBUS ÉCLAIRANT KRUPP

1, *Prisme à six pans contenant la composition éclairante (coupe horizontale)*; 2, *le même en élévation, avec les lames formant parachute appliquées sur les six pans*; 3, *le même en coupe, verticale, avec les lames-parachute déployées*; 4, *le dispositif éclairant vu en plan.*

Outre les projectiles lancés par des canons, il en existe d'autres de moindre diamètre projetés par des fusils, des pistolets spéciaux ou des mousquetons de fort calibre. Leur puissance éclairante est naturellement inférieure.

Il en existe aussi qui sont lancés à la main, comme les grenades. Ce sont d'ailleurs de véritables grenades éclairantes. Elles sont d'une grande utilité pour repousser la nuit une vague d'assaut contre des retranchements. Lancées à 30 mètres devant l'ennemi, elles permettent d'exécuter sur lui un tir précis et efficace qui, s'il était fait dans l'obscurité, ainsi que de nombreux exemples l'ont prouvé, n'aurait aucun résultat. Elles servent aussi aux aéronautes de dirigeables et aux aviateurs pour éclairer et repérer avec précision les points qu'ils doivent observer et bombarder.

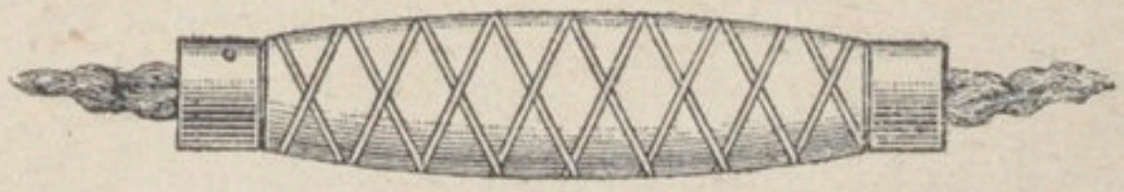
Aux projectiles éclairants on peut rattacher les obus traceurs T employés dans le tir contre les dirigeables et les aéroplanes. La difficulté de ce tir provient, non seulement de la grande mobilité de l'objectif dans l'air, mais aussi de l'incertitude où est le tireur au sujet de l'erreur possible commise dans le coup qu'il vient de tirer, soit en hauteur soit en direction, car ici on se trouve dans d'autres conditions que sur la terre, où l'observation des points de chute permet de rectifier convenablement le tir défectueux.

L'obus traceur remédie à cet inconvénient par le moyen d'une trajectoire lumineuse qui indique à l'observateur le défaut initial du tir et permet d'y remédier aussitôt.

Il a la forme ordinaire avec cette différence que son ogive est percée de trous, et il est rempli d'une poudre éclairante très vive (et aussi incendiaire.)

Au départ du coup, cette poudre s'enflamme et le feu, sortant par les trous de l'ogive, trace la trajectoire en un trait lumineux.

Tous ces obus éclaireurs ou traceurs peuvent être aussi incendiaires, mais il ne faut pas les confondre avec l'obus incendiaire réglementaire français (qui est peint en rouge de l'œil à la base de l'ogive et en blanc ou en vert au-dessous). Celui-là contient un certain nombre de cylindres incendiaires dont les interstices sont remplis de poudre. Chaque cylindre, enveloppé d'une toile goudronnée, contient une composition à base de nitrate de baryte et de pulvérin ; il est amorcé aux deux extrémités d'un faisceau de mèches. Il pèse 40 grammes environ.



ÉLÉMENT D'UNE BOMBE INCENDIAIRE

Ce cylindre, amorcé à chaque extrémité par une mèche, met environ trois minutes pour se consumer entièrement.

CLÉMENT CASCIANI

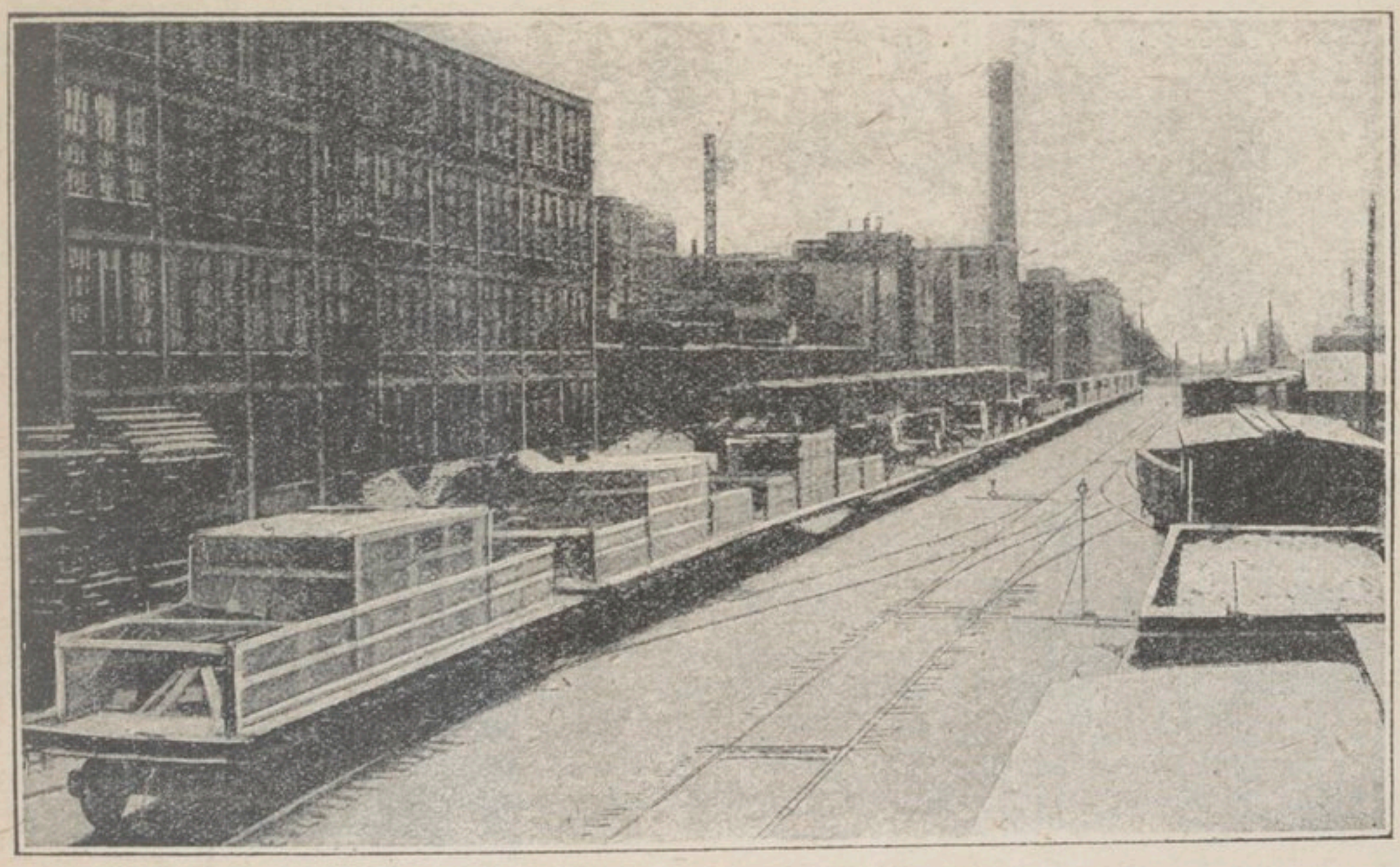
LE DÉVELOPPEMENT FABULEUX DE L'INDUSTRIE AUTOMOBILE AMÉRICAINE

Par MORTIMER-MÉGRET
PRÉSIDENT DU SYNDICAT DE LA PRESSE PÉRIODIQUE AUTOMOBILE

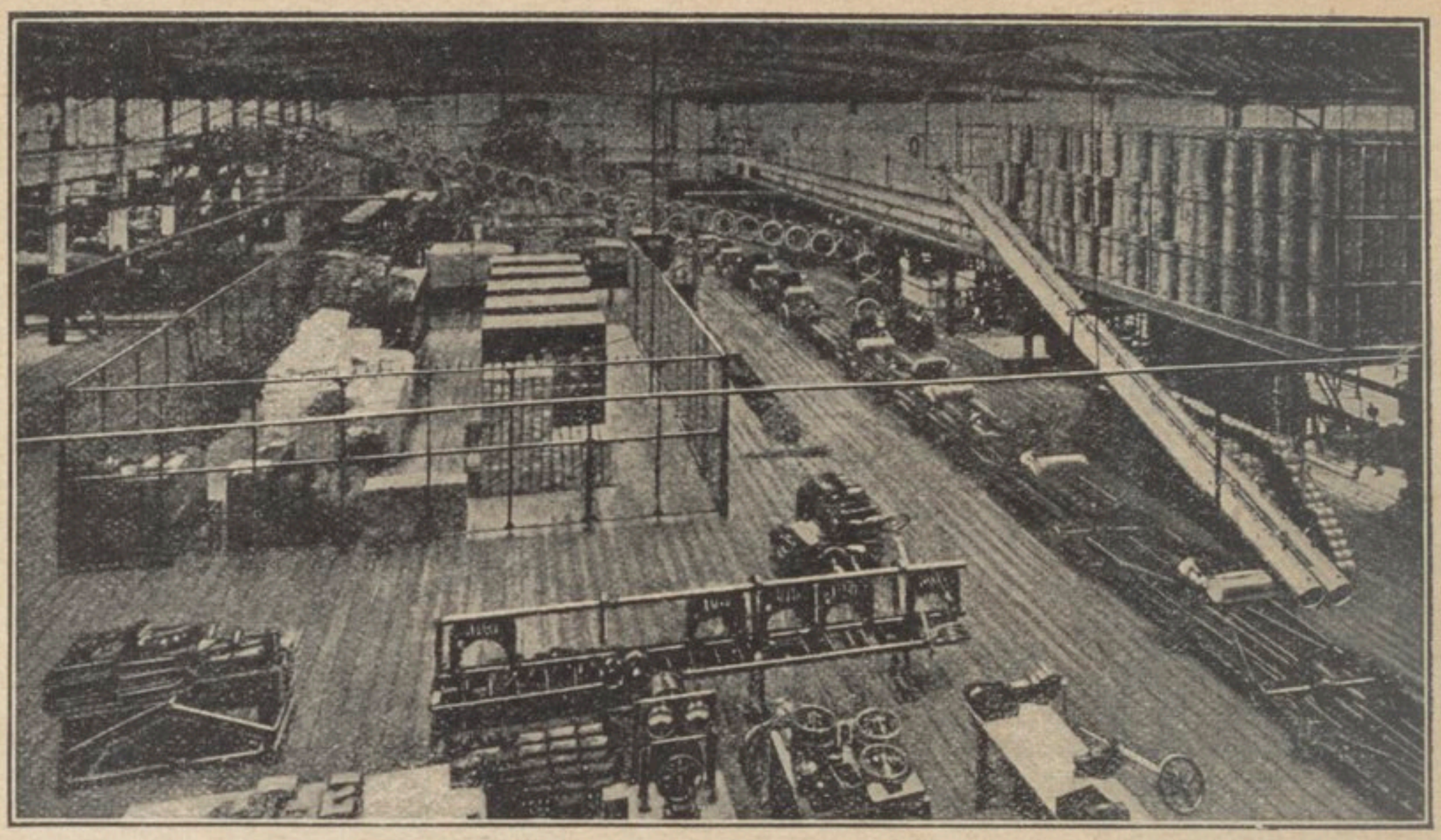
Tandis que la vieille Europe, secouée par le terrible orage, tremble sur ses bases millénaires ; tandis que, dans tous les pays belligérants, la vie économique se fige peu à peu ; tandis que se concentrent vers la seule guerre toutes nos énergies, toutes nos ressources, l'Amérique, bénéficiaire du cataclysme effroyable, connaît une prospérité, un essor sans précédents.

De l'œuvre de mort jaillit là-bas une vie d'une intensité inouïe, de nos ruines naît la richesse ; les millions, les milliards qui fondent ici s'accumulent sur la terre heureuse de l'oncle Sam. Sur la détresse de l'Europe s'érigent, de l'autre côté de l'Atlantique, des fortunes comme peuple n'en connut jamais ; tout l'or du vieux monde afflue vers le nouveau ; le mieux-être, en dépit du renchérissement de la vie, pénètre dans chaque foyer ; les industries de confort et de luxe se développent ; et, synthèse de ce luxe et de ce confort aux yeux de ceux qui les ignoraient jadis, l'automobile gagne et s'étend de plus en plus. Les Américains commencent maintenant à utiliser l'automobile comme nous utilisions avant la guerre la bicyclette. La voiture mécanique, la « voiture sans chevaux » devient, non plus seulement un instrument industriel ou commercial pour le patron, non plus seulement un instrument de promenade pour l'homme aisé, elle devient un auxiliaire de travail pour l'employé, pour l'ouvrier.

Nombreux, là-bas, sont ceux qui empruntent l'automobile pour se rendre à l'atelier, au bureau. A leur usage, on a créé de petites



LES MATÉRIAUX ARRIVANT A QUAI DANS UNE USINE AMÉRICAINE D'AUTOMOBILES



L'UN DES ATELIERS DE MONTAGE DANS UNE GRANDE FABRIQUE D'AUTOS DES ÉTATS-UNIS

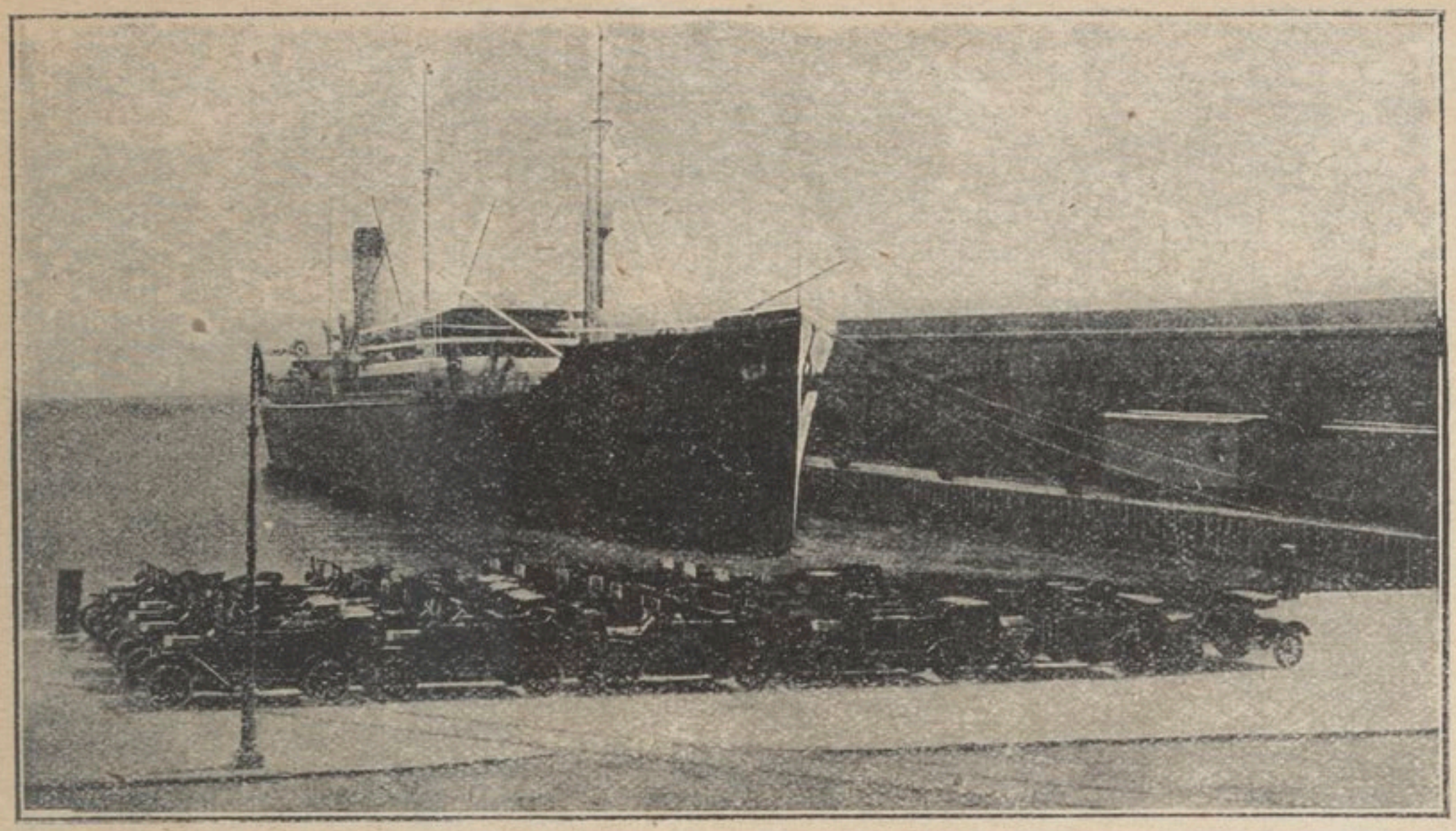
Toutes les pièces arrivent automatiquement au point où elles doivent être utilisées. On distingue notamment, au dernier plan de la photo, toute une théorie de roues qui viennent d'un autre atelier et se placent d'elles-mêmes aux côtés d'une file de châssis en montage, qu'on voit sur la droite.

voitures qui valent 250 et 300 dollars, soit, au change moyen de 6 francs le dollar, 1.500 à 1.800 francs. Ceux qui désirent des voitures de seconde main — assez peu nombreux d'ailleurs, car le tempérament américain, sauf pour les objets d'art, s'accommode mal d'autre chose que du neuf — ceux qui veulent des voitures d'occasion en trouvent pour 900, 1.000, 1.200 francs. En présence de cette situation, les conditions d'existence du peuple se sont trouvées modifiées, des industries nouvelles se sont créées.

L'ouvrier, l'employé s'est éloigné de la cité ; des bourgs nouveaux, érigés loin de la ville et faits de coquets cottages gentiment alignés, ont poussé comme par enchantement. A côté ou derrière la maison, empiétant sur le jardinet, s'ouvre un petit garage, garage démontable souvent, fait de bois et de tôle, ingénieusement aménagé, comme il en existe tant en Amérique. Quand le locataire change d'immeuble, il emporte son garage avec lui. Sa vie, grâce à l'automobile, est toute nouvelle. Le dimanche, il excursionne. En semaine, à l'heure où chez nous les banlieusards prennent le train, il saisit son volant et part au travail. Arrivé à la ville, il remise sa machine dans un de ces nombreux garages de jour qui ont pris naissance depuis la guerre et où, moyennant un abonnement modique, on lave, répare et entretient l'automobile des suburbains pendant qu'ils sont à leur labeur ou à leurs affaires. C'est une existence tout autre, c'est un bien-être inconnu que l'automobile, synthèse de la civilisation appliquée au confort de la vie moderne, a fait naître tout d'un coup.

Pour fixer vos idées sur le développement prodigieux pris outre-Atlantique par la locomotion mécanique depuis la guerre, qu'il me suffise de vous donner deux chiffres. En 1913, le nombre des automobiles nouvelles enregistrées dans la totalité des Etats-Unis était de 1.258.000. Depuis le commencement des hostilités, on en a enregistré 7.357.000 ! Et je ne parle pas de l'exportation qui, pour les sept derniers mois de 1915 et pour les seules automobiles, a atteint le chiffre énorme de 400 millions de francs.

D'après un statisticien, les Etats-Unis auront consommé, en 1916, pour la circulation automobile intérieure, près de cinq milliards de litres d'essence ; ils auront utilisé un nombre d'enveloppes pneumatiques qui se monte approximativement à douze millions. Le même statisticien suppute que, pour la circulation automobile de luxe, les Américains auront dépensé environ 6 milliards de francs en 1916. Qu'il nous soit permis de regretter qu'ils demeurent chez eux et qu'ils ne viennent pas dépenser cet argent chez nous ! Et quelle ironie des choses de voir



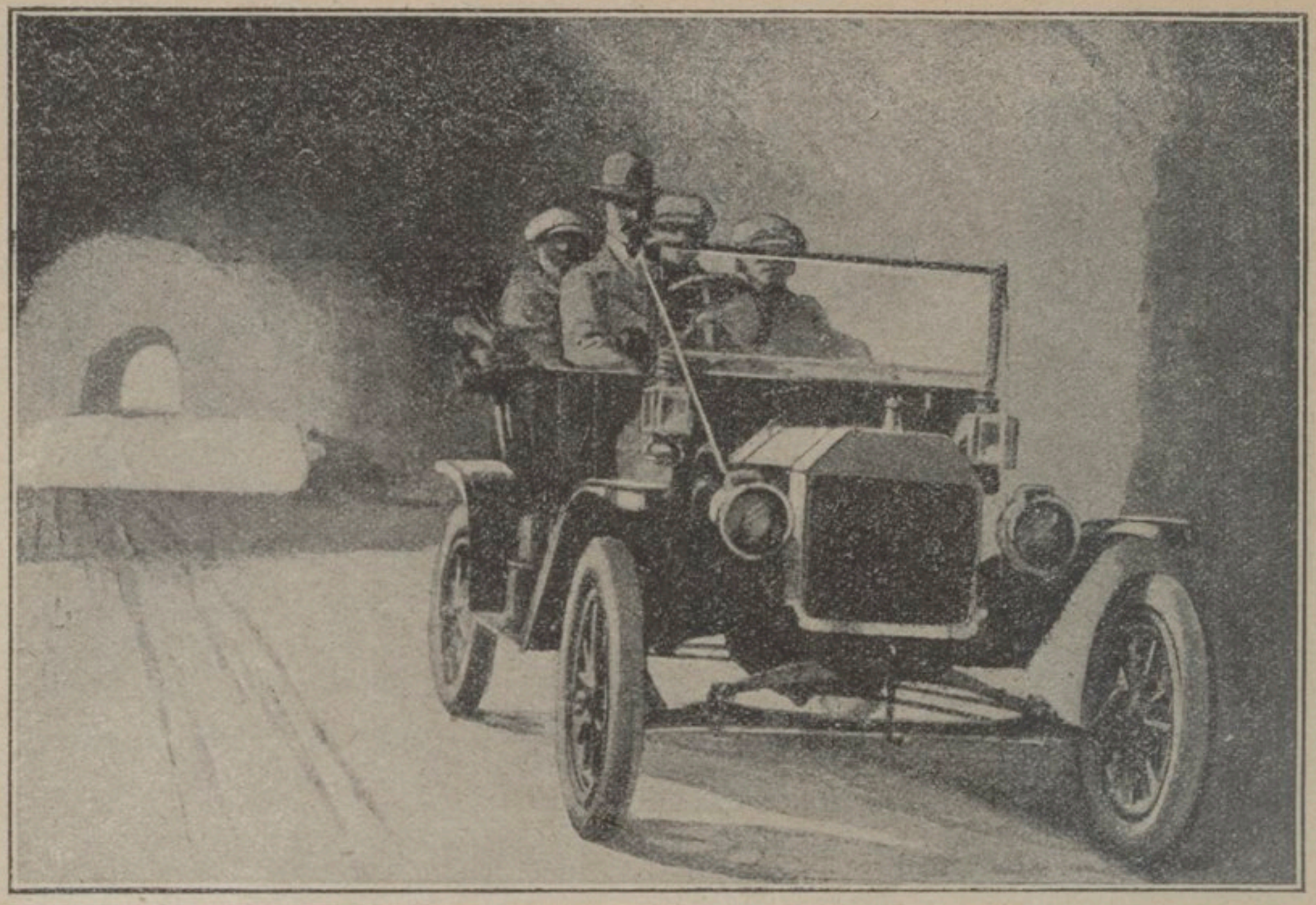
CE QU'UNE SEULE USINE AMÉRICAINE EXPORTE DE VOITURES PAR CHAQUE HEURE DU JOUR

Grâce à la fabrication des pièces détachées en séries considérables, à la division du travail dans les ateliers et à l'automatisme avec lequel s'exécutent les travaux de montage, les grandes fabriques d'outre-Atlantique arrivent à une production prodigieuse ; l'une d'elles aura sorti 700.000 autos en 1916!

la même cause entretenir en des lieux si rapprochés des effets si opposés : engendrer ici une misère et des souffrances qui nous ramènent aux jours les plus sombres de la barbarie, déterminer là-bas toutes les manifestations d'une civilisation exacerbée !

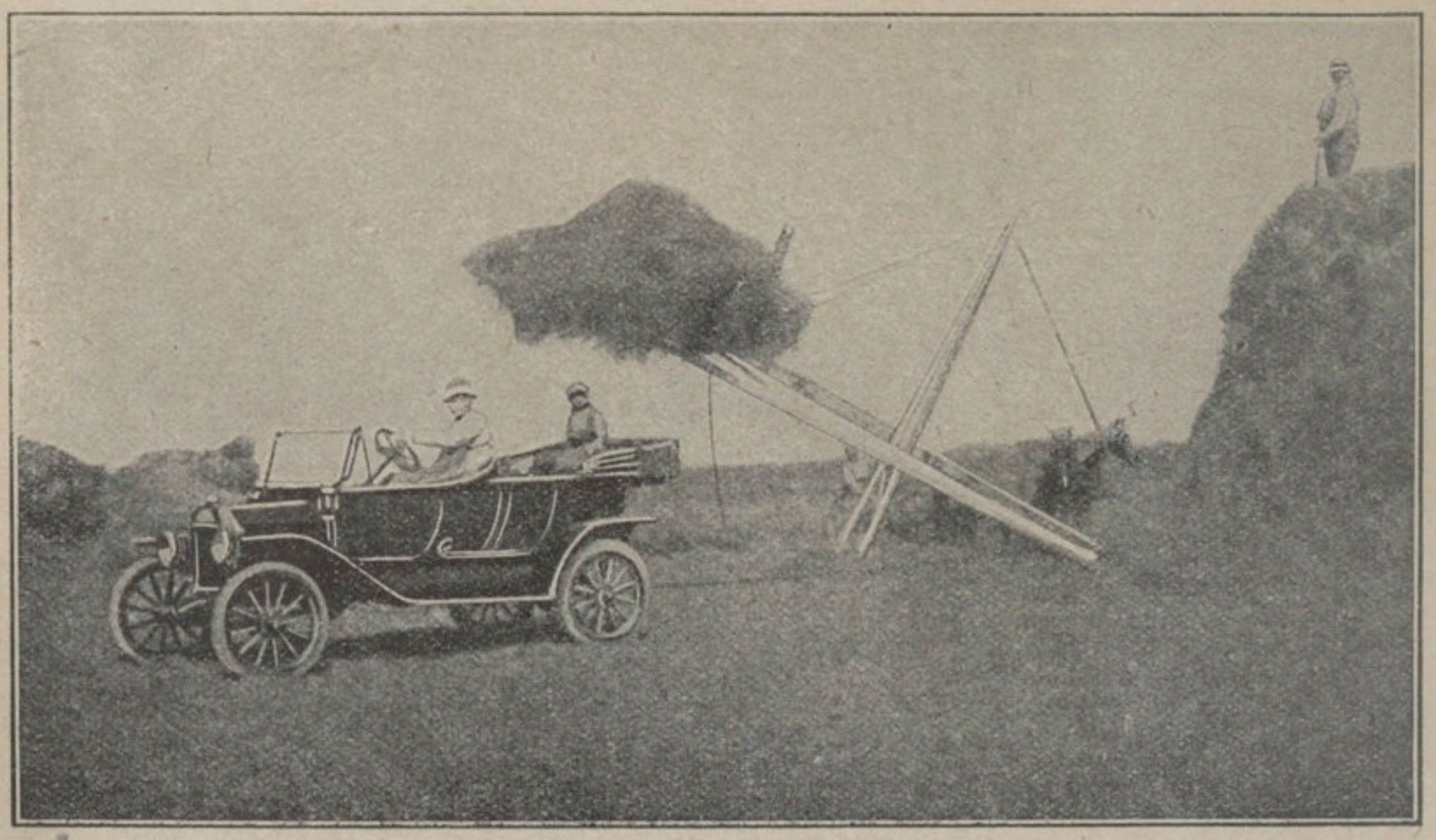
Je n'ai pas besoin de m'appesantir pour faire comprendre quelle richesse, quelle prospérité inouïes connaissent, à l'heure présente, les constructeurs d'automobiles d'Amérique. Avant la guerre, aux temps les plus heureux de notre industrie, nos plus grandes fabriques françaises sortaient, dans leurs meilleurs exercices, entre 3.000 et 5.000 automobiles chaque année. C'était un maximum. Or, en 1916, une seule usine américaine, l'usine Ford, en aura fabriqué 700.000! Une autre, Overland, en aura mis au jour 360.000! Une troisième, Maxwell, 250.000! Ne parlons pas, pour abréger, de tout le menu fretin. Le menu fretin, ce sont les usines qui mettent en série annuellement moins de 100.000 châssis. Quand on lit ces chiffres, qui ne comportent aucune part de bluff, quand on les compare aux nôtres — aux nôtres du temps de paix — on reste littéralement abasourdi. Ce développement fabuleux, dû au présent cataclysme, n'amènera-t-il pas plus tard des tentatives d'emprise industrielle et économique sur le monde entier? Il y a là pour nous, pour nos industries, qui sont présentement toutes à leur œuvre de guerre, le plus grave des dangers, danger d'autant plus redoutable que cette surproduction effrénée s'accompagne, naturellement, d'un prix de revient extrêmement faible.

Ce prix de revient, qui s'expliquerait déjà par la dissémination sur un nombre énorme de voitures de tous les frais généraux, s'abaisse encore du fait que la construction en série a été poussée, là-bas, à ses plus extrêmes limites. Ford, l'homme aux 700.000 châssis, ne construit qu'un seul type. Quand il dépense 100.000 francs pour étudier un modèle nouveau, ces 100.000 francs se répartissent sur 700.000 unités ; ils grèvent donc chaque voiture de 14 centimes environ. Quand, chez nous, un fabricant qui construisait 2.000 voitures — et c'était un gros — affectait la même dépense au même but, cette même somme de 100.000 francs était répartie sur 2.000 unités et grevait chaque châssis de 50 francs. Comme, par surcroît, ces 2.000 voitures comportaient quatre ou cinq types différents, exigeant chacun une étude, des modèles, des montages spéciaux, on peut dire que là où les châssis américains établis en immenses séries sont grevés, pour une cause déterminée, d'une dépense initiale de quelques centimes, les nôtres, en raison de nos principes et des exigences souvent inexplicables de la clientèle, sont grevés,



UNE VOITURE AUTOMOBILE AMÉRICAINE QU'ON VEND LA-BAS 2.500 FRANCS

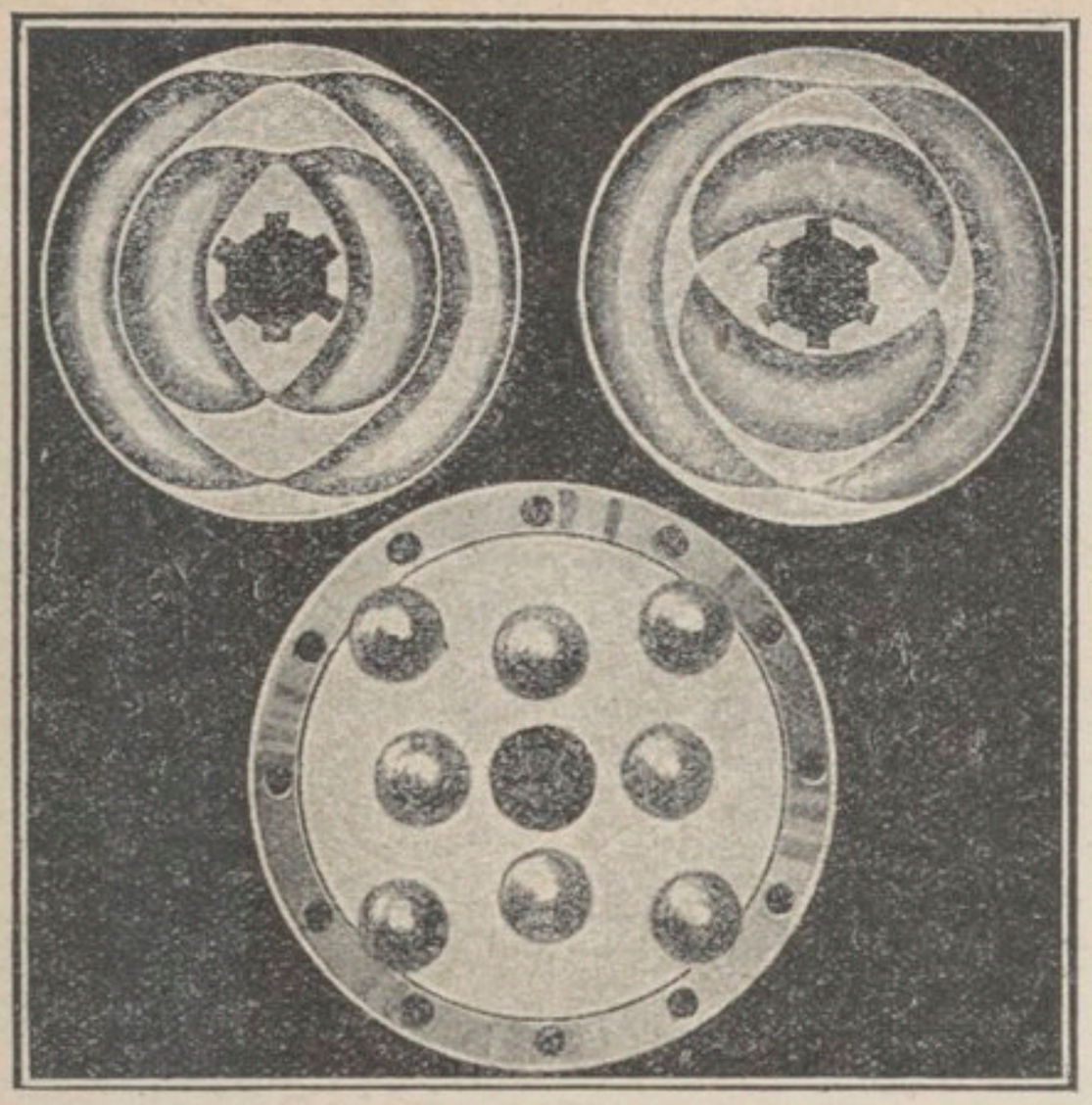
Quoi qu'on en puisse penser, ce véhicule est extrêmement robuste et, grâce à l'écartement de ses roues, il possède une assiette remarquable. Peut-être n'est-il pas très élégant, mais il suffit aux petits bourgeois qui désirent faire un peu de tourisme et aux employés et artisans qui habitent loin de leur bureau ou de leur atelier Les routes qui rayonnent autour des grands centres sont encombrées de ces voitures.



AUX ÉTATS-UNIS, ON TROUVE AUSSI UNE BONNE PETITE AUTO POUR 1.500 OU 1.800 FRANCS

Et le plus modeste fermier peut ainsi facilement aller surveiller ses hommes dans les champs, ses hommes qui possèdent eux-mêmes une voiture mécanique pour venir à leur travail.

pour la même cause, d'une dépense initiale de plusieurs centaines de francs. Ceci, et nous y viendrons tout à l'heure, nous prouve qu'après la guerre, quand la vie renaîtra des ruines, l'industrie automobile française devra radicalement changer sa manière de faire. Il faudra que chaque usine s'astreigne à établir un modèle unique, deux au maximum. Il faudra que la clientèle se résolve à ne pas exiger chaque année des nouveautés... qui ne sont, bien souvent, que la renaissance de dispositifs ou de conceptions jadis abandonnés pour des raisons diverses.



CURIEUX DIFFÉRENTIEL SANS PIGNONS SATELLITES

La différenciation de l'effort moteur se fait grâce au glissement de billes d'acier dans des alvéoles (cette figure représente le différentiel démonté en trois parties).

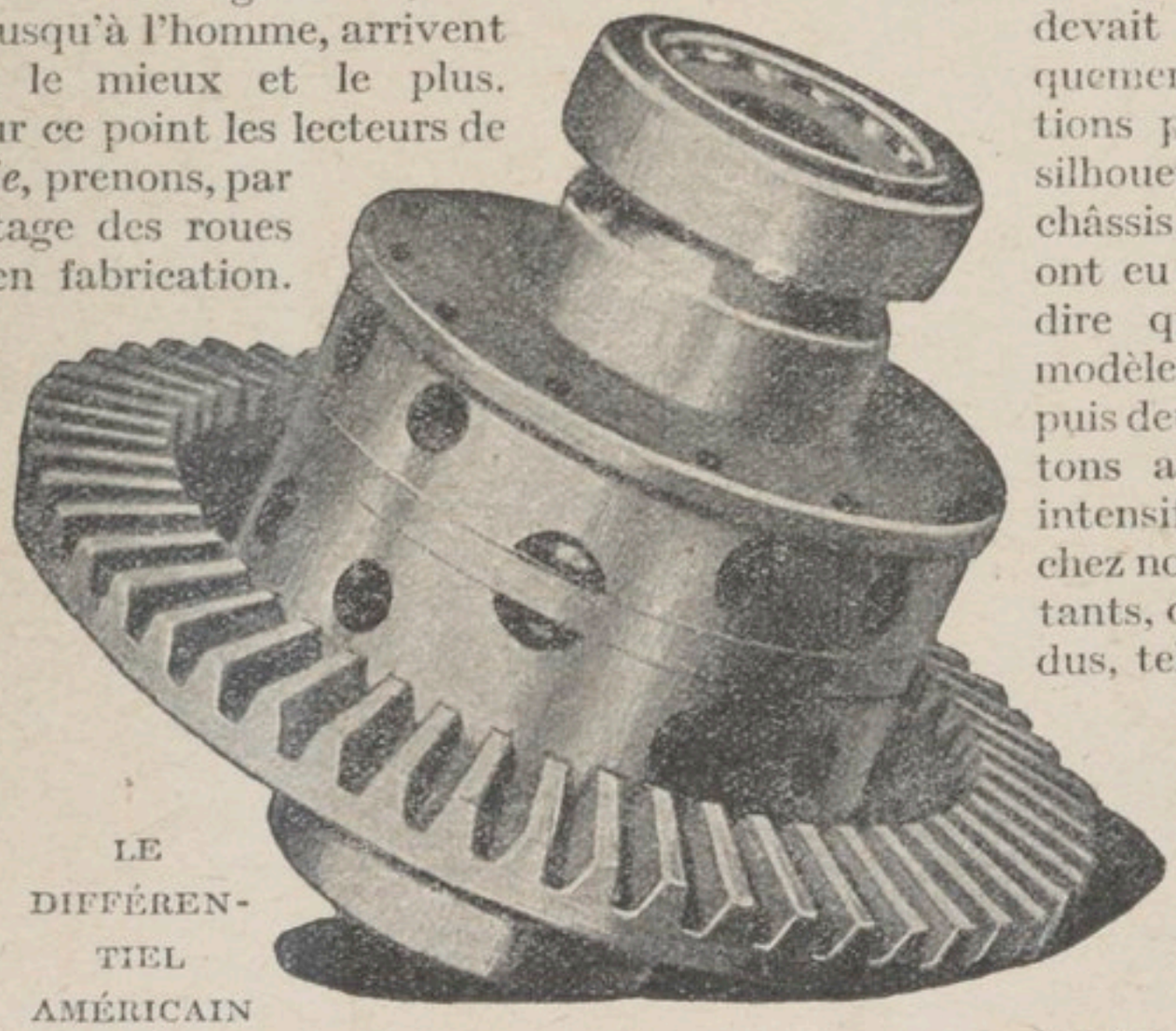
Le coût des automobiles américaines, abaissé grâce à une intensification inouïe des séries, se trouve encore réduit par suite des méthodes de travail que cette intensification permet. Chaque ouvrier fabrique, d'un bout de l'année à l'autre, la même pièce. Chaque atelier procède toujours à la même fourniture, au même montage. Tous, depuis la machine jusqu'à l'homme, arrivent ainsi à produire le mieux et le plus.

Pour éclairer sur ce point les lecteurs de *La Science et la Vie*, prenons, par exemple, le montage des roues sur une voiture en fabrication. Pénétrons dans l'atelier où s'opère ce montage. (Voir la photographie à la page 74). Tous les châssis, en file les uns derrière les autres, sont placés sur un trottoir roulant auprès duquel, à un point déterminé, se trouvent deux ouvriers. Ce même point sert d'adduction à une rampe roulante sur laquelle descendent automatiquement, venant des étages supérieurs, les roues qu'un autre atelier — aboutissement d'autres ateliers qui établissent eux-mêmes les jantes, les rayons, les moyeux — leur envoie par un trolley aérien.

La roue descend jusqu'au côté des deux ouvriers ; le châssis sur lequel la roue doit être montée avance jusqu'à eux : ils n'ont qu'à prendre celle-là et la poser sur celui-ci. L'opération, qu'ils répètent cinq cents fois par jour, se fait en moins d'une minute. Une fois terminée, l'un des ouvriers appuie sur un bouton, le trottoir roulant avance d'un cran, la rampe roulante descend d'un autre ; et en face d'un autre essieu, à la place même d'où les deux ouvriers ne bougent jamais, vient se placer une autre roue. Tout cela est admirable.

Ce développement extrême de l'industrie automobile américaine devait comporter, logiquement, des modifications profondes dans la silhouette mécanique des châssis. Ces modifications ont eu lieu. Et on peut dire que les différents modèles ont évolué depuis deux ans. Nous assistons au développement intensif d'organes qui, chez nous, sont ou inexistants, ou très peu répandus, tels que les moteurs à cylindres disposés en V.

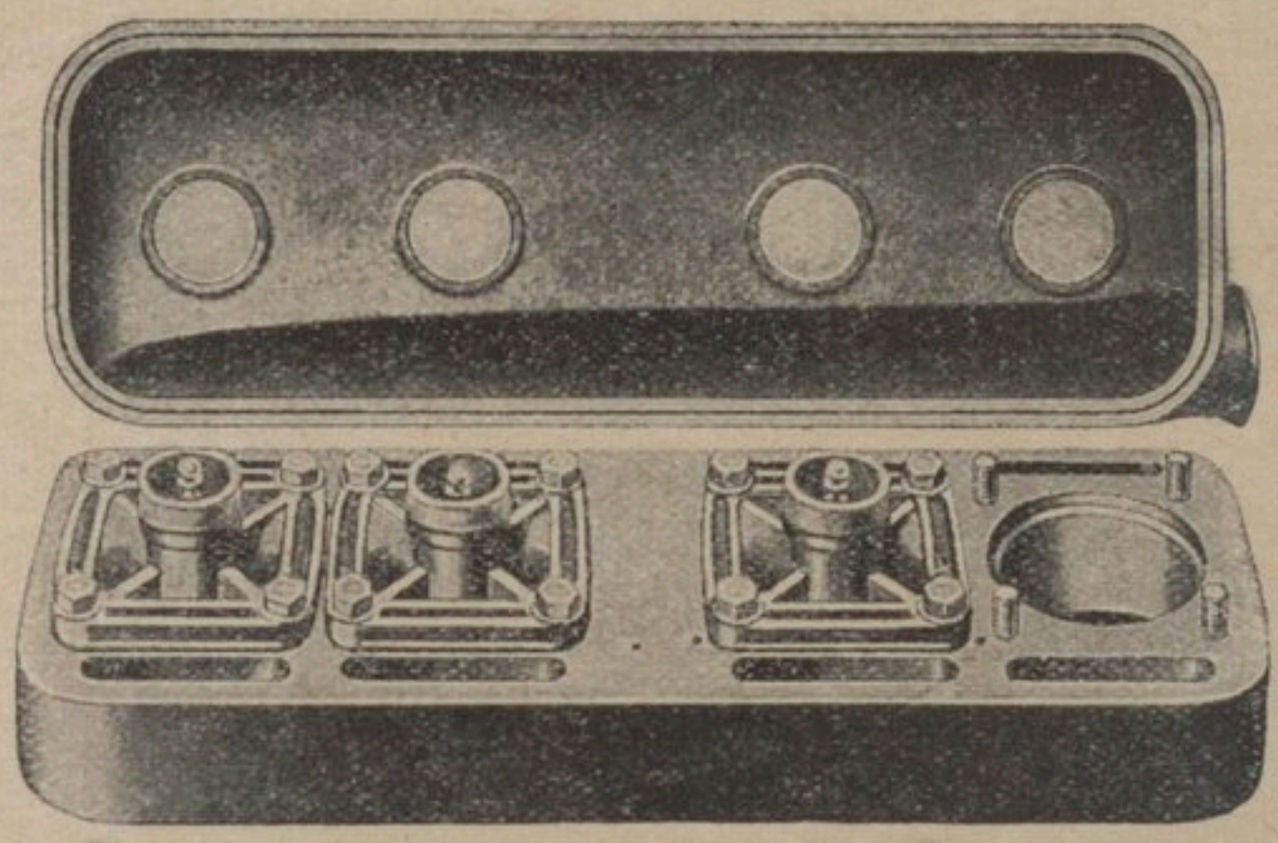
Je vous disais tout à l'heure que les modifications dans la construction automobile ont



LE DIFFÉRENTIEL AMÉRICAIN MONTÉ DANS SA BOITE MUNIE DE LA COURONNE DENTÉE

consisté souvent à rénover des principes ou des procédés jadis abandonnés. Nous en avons là un exemple. Le moteur à cylindres multiples en V séduisit les premiers constructeurs vers 1896 ou 97, en raison de la simplicité de son vilebrequin. Il fut bientôt abandonné. Vers 1912, un constructeur français reprit ce dispositif pour construire des 8 cylindres en gros moteurs de 35 HP. Actuellement, les 8 et les 12 cylindres en V sont généralisés dans les usines américaines, et non plus comme gros moteurs, mais comme petits : il est des 8 cylindres en V de 10 HP, des 12 cylindres de 12 HP. On trouve l'une de ces dernières, cataloguée 1.000 dollars, carrosserie comprise, c'est-à-dire 6.000 francs, au cours de 6 francs le dollar.

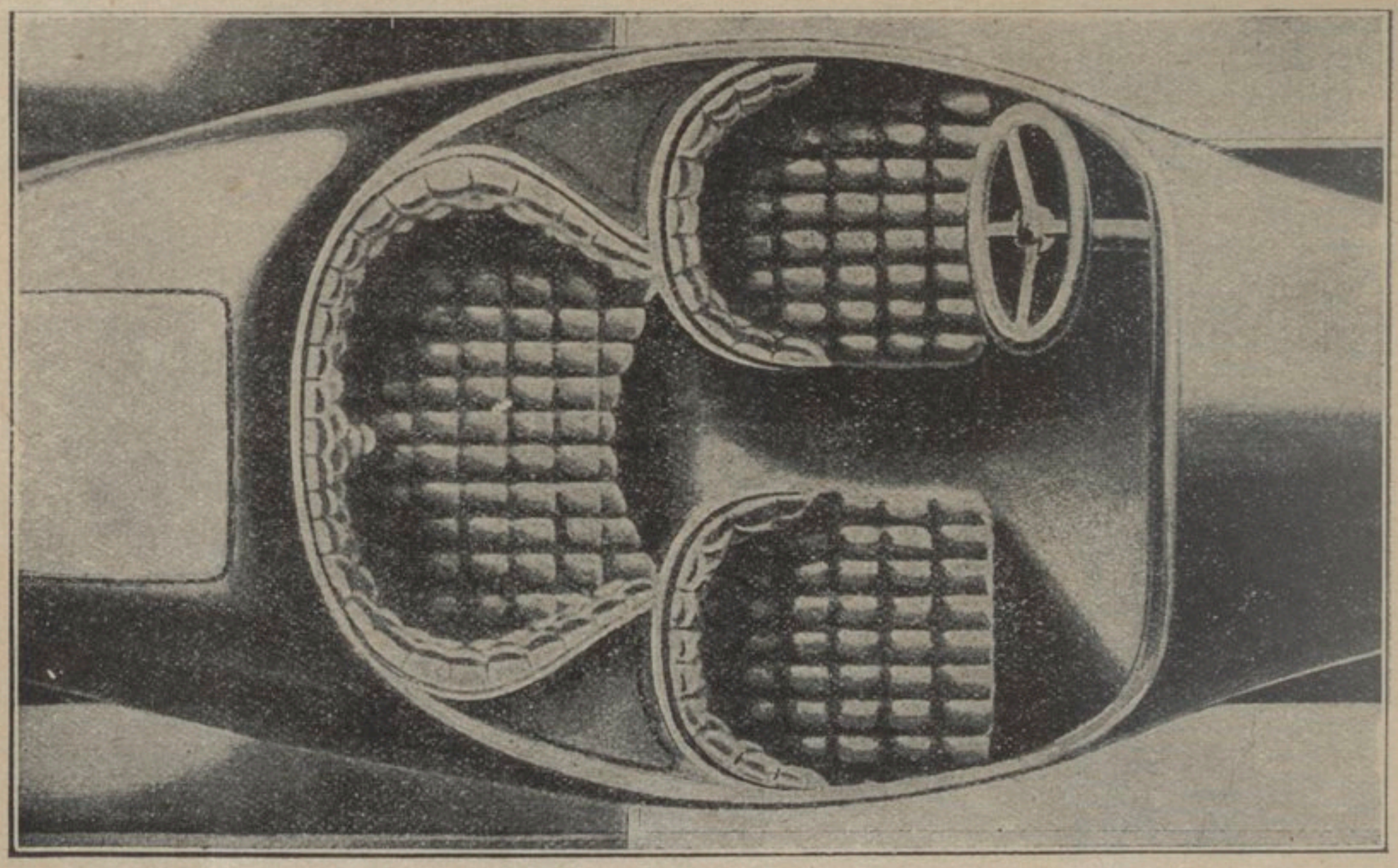
... En somme, côté moteur, évolution très nette : multiplication du nombre des cylindres et diminution de l'alésage. Mais ce ne sont pas là les seules particularités.



DANS CERTAINS MOTEURS AMÉRICAINS, LE HAUT DU CYLINDRE — LA CALOTTE — SE DÉMONTE POUR PERMETTRE L'ACCÈS AUX DIFFÉRENTES PARTIES DU MÉCANISME

Une autre caractéristique qui domine, c'est la généralisation du bloc moteur : la réunion en un groupe, en un bloc, du moteur, de l'embrayage et de la boîte. Cela se faisait pas mal chez nous avant la guerre ; cela se fait énormément en Amérique aujourd'hui. Les deux tiers des marques y adaptent maintenant ce dispositif pratique et robuste à l'exclusion de tout autre.

Les Américains ont d'ailleurs profondément modifié le mode de construction auquel



UN MODÈLE AMÉRICAIN DE CARROSSERIE QUI EST PRATIQUE ET ORIGINAL

Trois sièges dont le troisième est en recul, ce qui permet de loger trois voyageurs dans une caisse de dimensions relativement restreintes.

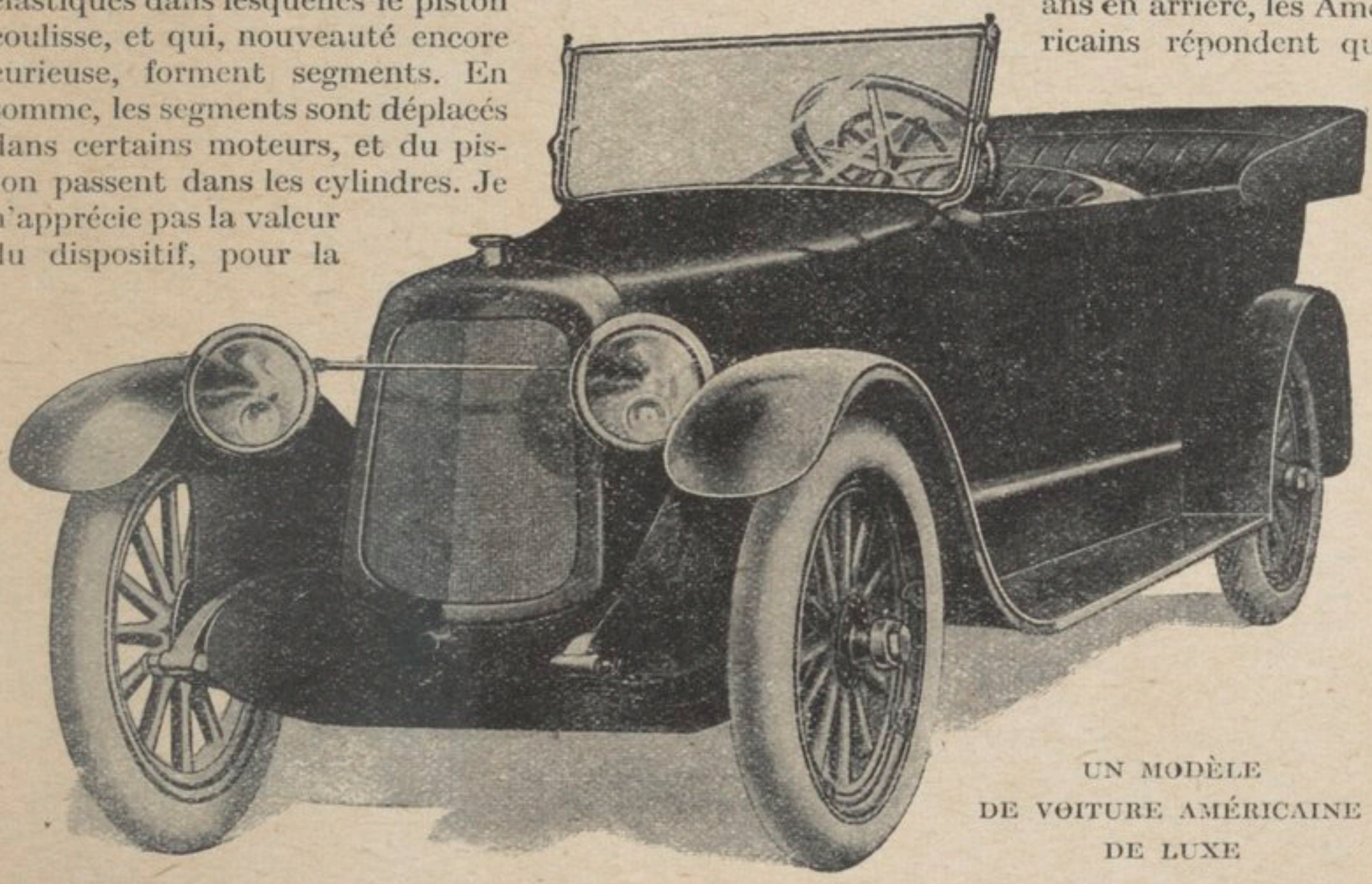
nous étions habitués, ils ont largement développé l'usage de l'aluminium. Constatation singulière et un peu paradoxale, étant donné le cours actuel de ce métal : non seulement les carters sont en aluminium mais encore les pistons, mais encore les cylindres. Pour donner à la matière une résistance que l'aluminium ne comporte pas, les constructeurs l'ont armée avec un support très léger en acier. Dans les cylindres, notamment, on a introduit une série de bagues en acier qui forment partie frottante, bagues élastiques dans lesquelles le piston coulisse, et qui, nouveauté encore curieuse, forment segments. En somme, les segments sont déplacés dans certains moteurs, et du piston passent dans les cylindres. Je n'apprécie pas la valeur du dispositif, pour la bonne raison que je ne suis pas à même de le juger, n'ayant jamais encore vu fonctionner un moteur ainsi conçu. Mais pour la curiosité de la nouveauté il n'était pas sans intérêt de la mentionner dans cet article.

Parallèlement à l'augmentation du nombre des cylindres figure un allongement assez sensible de la course. L'an dernier, dans la construction américaine, le rapport moyen de l'alésage à la course était de 1.33 contre 1. Cette année il est de 1,39 contre 1.

La plupart des cylindres sont du type monobloc ; les trois quarts de la construction empruntent ce mode constructif. Comme graissage, le système le plus répandu est une circulation légèrement forcée pour les paliers du vilebrequin ; quant aux têtes de bielles et aux pistons, ils se graissent par barbotage.

Une autre particularité du moteur en Amérique, c'est le grand nombre de maisons qui séparent le transformateur de la magnéto proprement dite. En dehors de quelques marques américaines, les autres fabriques de magnétos, au nombre d'une bonne douzaine, n'établissent que la magnéto à basse tension avec transformateur séparé ; cela nous ramène au temps où, chez nous, on montait sur les premières voitures la magnéto commandée par chaînes. Quand on leur fait cette objection qu'ils nous ramènent quinze ans en arrière, les Américains répondent que la construction d'une magnéto avec transformateur séparé est infiniment plus facile et plus robuste. Plus facile, d'accord. Plus robuste, c'est une autre affaire. Il existe en Europe quelques millions de magnétos à haute tension qui ne marchent pas trop mal, que je sache. Il faut ajouter, pour l'excuse de ces constructeurs américains, que la plupart d'entre eux faisaient venir d'Allemagne leurs aimants et leurs isolants, et que la fermeture totale de ce marché les a sérieusement troublés. Il est certain qu'avec des magnétos à basse tension comportant le transformateur séparé on peut se contenter d'isolants passables, tandis qu'avec la haute tension, il faut des isolants parfaits.

Quoi qu'il en soit, rien de sensationnel dans l'allumage cette année en Amérique,

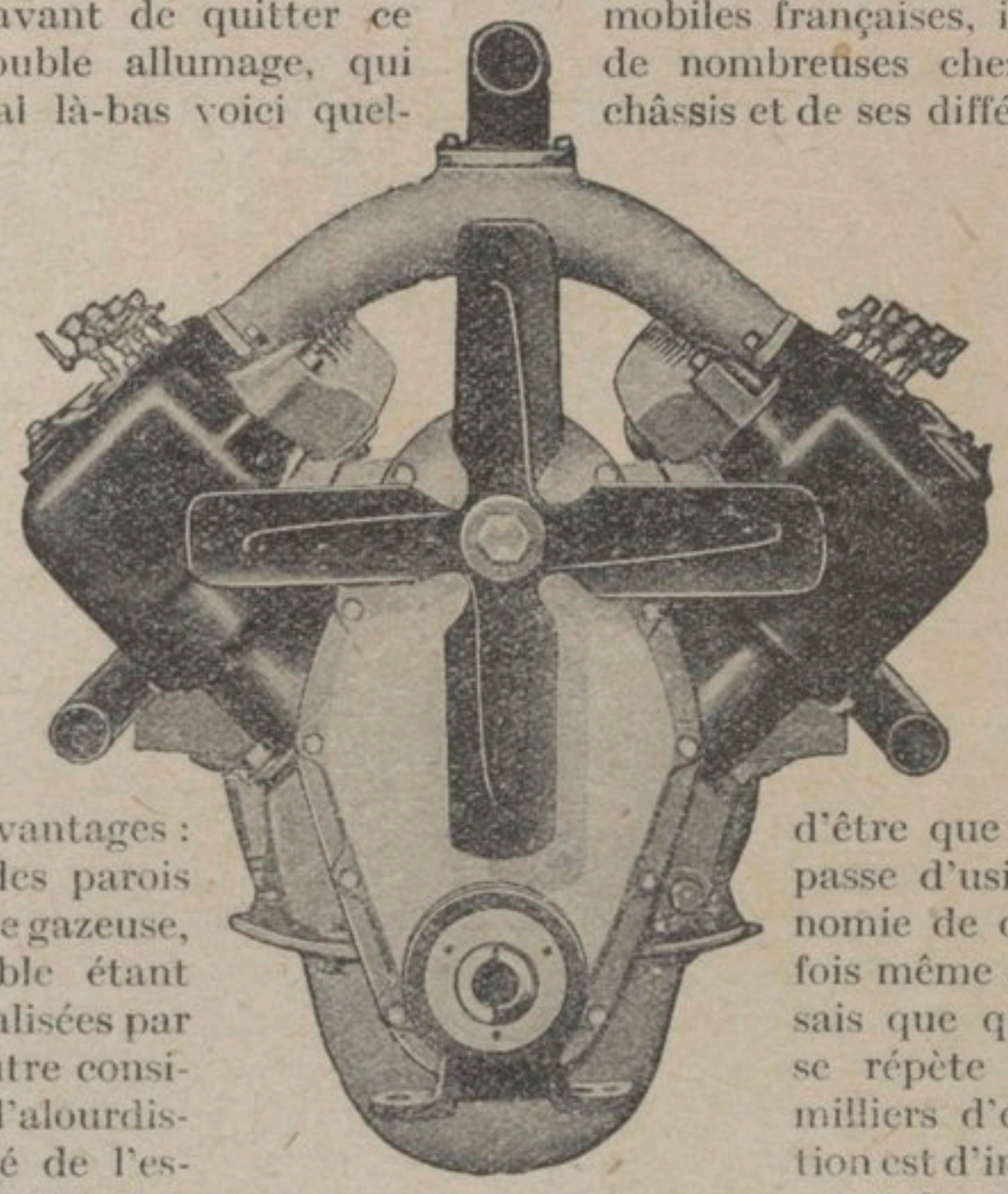


UN MODÈLE
DE VOITURE AMÉRICAINE
DE LUXE

Quand on aborde cette classe, la voiture revient aussi cher et est vendue à un prix aussi élevé qu'en France, car on ne peut appliquer à sa fabrication les méthodes de simplification à outrance utilisées pour la construction des petites automobiles fabriquées en très grandes séries.

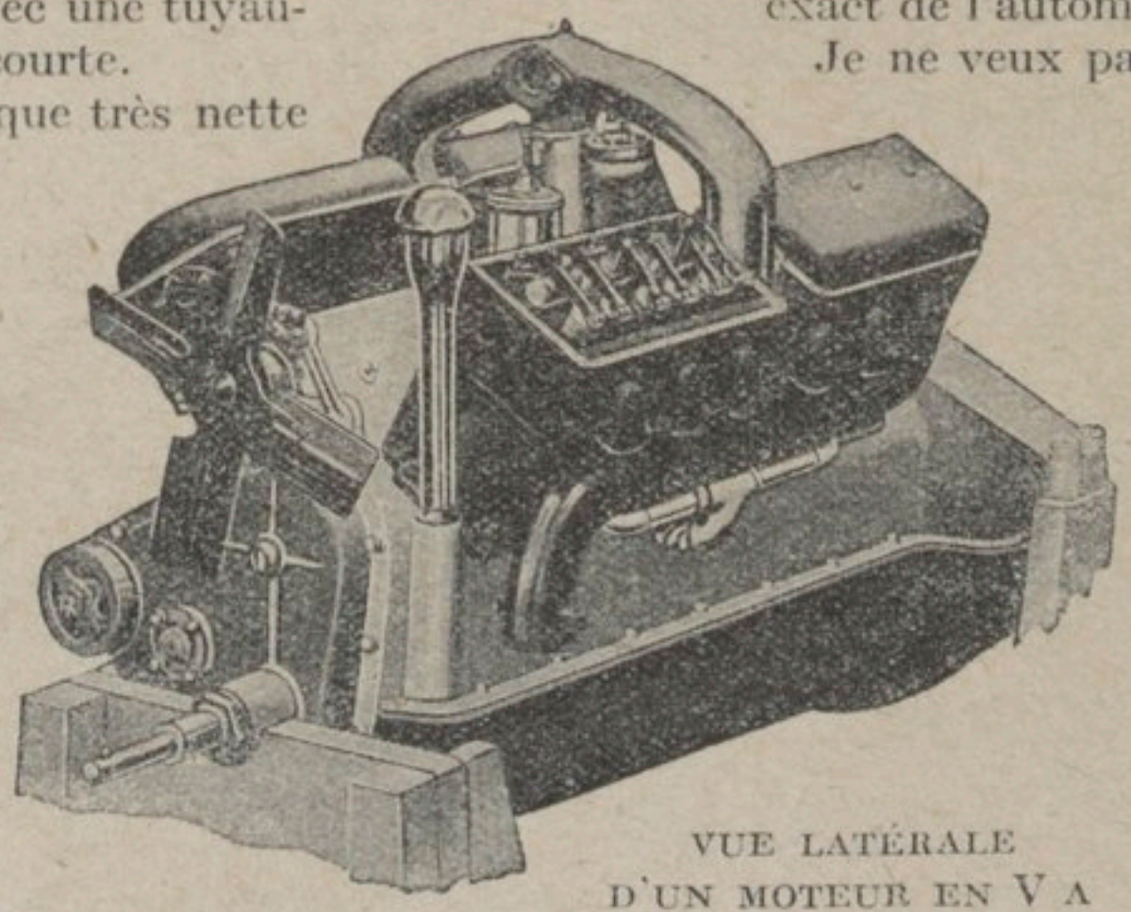
à part l'adoption que je viens de signaler sur un grand nombre de voitures des magnétos à basse tension avec bougies à haute tension. Signalons, avant de quitter ce chapitre, que le double allumage, qui était presque général là-bas voici quelques années, est à peu près abandonné aujourd'hui.

Si nous passons au carburateur, nous constatons une tendance, celle de rapprocher de plus en plus cet organe du moteur. Cette disposition, qui commençait d'ailleurs à être de mode chez nous avant la guerre ne présente que des avantages : moindre résistance des parois au passage de la masse gazeuse, point très appréciable étant donné les vitesses réalisées par celle-ci ; et encore, autre considération à laquelle l'alourdissement de la qualité de l'essence livrée aux Américains donne une très grande valeur: réchauffage plus grand de la tuyauterie, donc moindre condensation du mélange d'air et d'essence. Encore une fois, l'appauvrissement de la qualité de l'essence américaine n'a pas été étrangère à la généralisation de la fixation du carburateur sur le moteur lui-même avec une tuyauterie extrêmement courte.



AVANT DU MOTEUR EN V

Autre caractéristique très nette de la fabrication yankee : le développement intensif de tous les organes dont est fait le confort, généralisation des jantes amovibles, ou mieux encore des roues amovibles, qui permettent le changement immédiat sur la route d'un pneu crevé ; généralisation de l'emploi de l'électricité, démarrage électrique, éclairage par l'acétylène. Le gonflage des pneus se fait automatiquement. Bref, le souci du confort est extrêmement développé. Par contre, le souci de la simplicité l'est moins. Et si quelques grandes marques se sont inspirées de la sobriété de lignes de nos belles automobiles françaises, il en est, par contre, de nombreuses chez qui le dessin du châssis et de ses différents organes semble avoir été fait au petit bonheur. Que de tringles, que de renvois, que d'enchevêtrements sous certaines carrosseries ou sous certains capots ! Quelles complications, parfois, dont le profane ne s'explique ni le motif, ni l'objet, et qui n'ont d'autre raison d'être que la suppression d'une passe d'usinage, donc une économie de quelques francs, parfois même de quelques sous ! Je sais que quand cette économie se répète à des centaines de milliers d'exemplaires, la question est d'importance ; chez nous, pour les raisons que je vous disais tout à l'heure, par suite du développement infiniment moins grand des séries, cette importance n'apparaît plus. Voilà pourquoi, de toute évidence, nous ne verrons probablement jamais ici, quelque envie qu'en aient certains constructeurs la voiture représentant le type exact de l'automobile américaine.

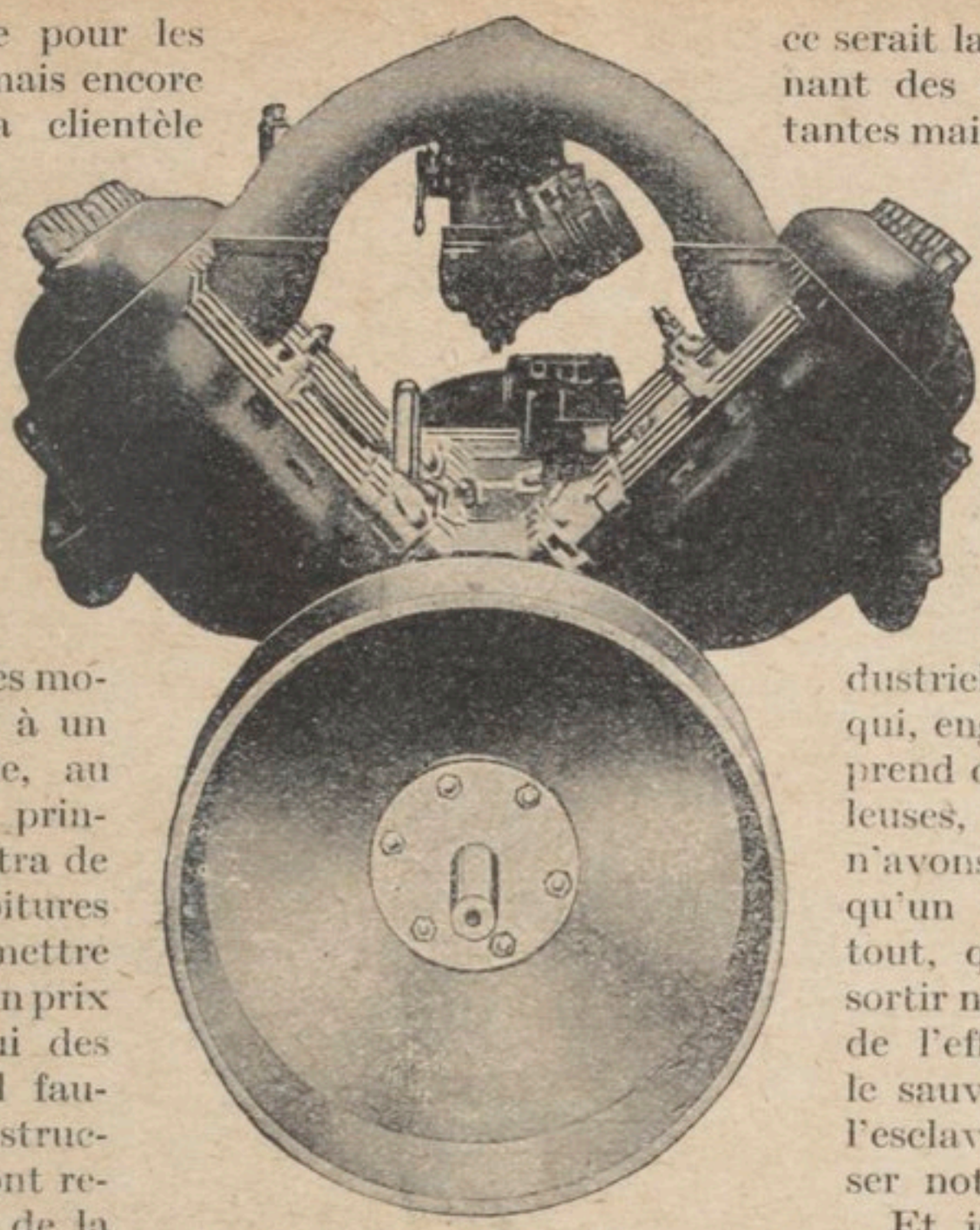


VUE LATÉRALE D'UN MOTEUR EN V A 12 CYLINDRES DES AUTOMOBILES AMÉRICAINES

Je ne veux pas médire de nos fabricants ; la plupart sont des hommes d'intelligence et aucun d'eux ne manque d'ingéniosité. Tout au plus pourrait-on leur reprocher la timidité de leurs efforts et la crainte qu'ils semblent éprouver, s'ils construisaient à bon marché, d'avilir leur marque et de perdre ainsi la clientèle de luxe qui suffit à absorber leur production réduite mais coûteuse. Et cependant, quelques années avant la guerre, des constructeurs ont lancé des modèles de voitures d'un prix à

peu près abordable pour les bourses moyennes, mais encore trop élevé pour la clientèle modeste comme celle qui fait en ce moment la fortune des gros fabricants des Etats-Unis.

Quoi qu'il en soit, il y a dans la fabrication de la voiture américaine un point qu'il faudra, chez nous, retenir : l'unification des modèles, leur réduction à un ou deux par usine, au maximum. C'est ce principe seul qui permettra de réduire le prix des voitures françaises, de les mettre peut-être un jour à un prix voisinant avec celui des voitures yankees. Il faudrait que nos constructeurs, quand ils seront revenus aux travaux de la paix, s'entendent pour se répartir entre eux les divers genres de châssis et les diverses gammes de puissance. Telle maison fabriquerait uniquement une 15 HP 6 cylindres, telle autre, une 15 HP 4 cylindres. Pour celle-ci, sa spécialité serait les 10 et 12 HP. Pour celle-là ce serait la grosse voiture, donnant des séries moins importantes mais un bénéfice unitaire plus grand. C'est la formule américaine, c'est elle qui permet ces prix qui nous effarent. Il faudra bien arriver à l'étudier et à l'appliquer un jour, sans cela nous serons mangés par le minotaure industriel d'outre-Atlantique, qui, engraissé par la guerre, prend des proportions fabuleuses, tandis qu'ici nous n'avons plus qu'un but, qu'un objectif qui prime tout, qui supprime tout : sortir notre pays sain et sauf de l'effroyable cataclysme, le sauver de la ruine et de l'esclavage, détruire et écraser notre sauvage ennemi.

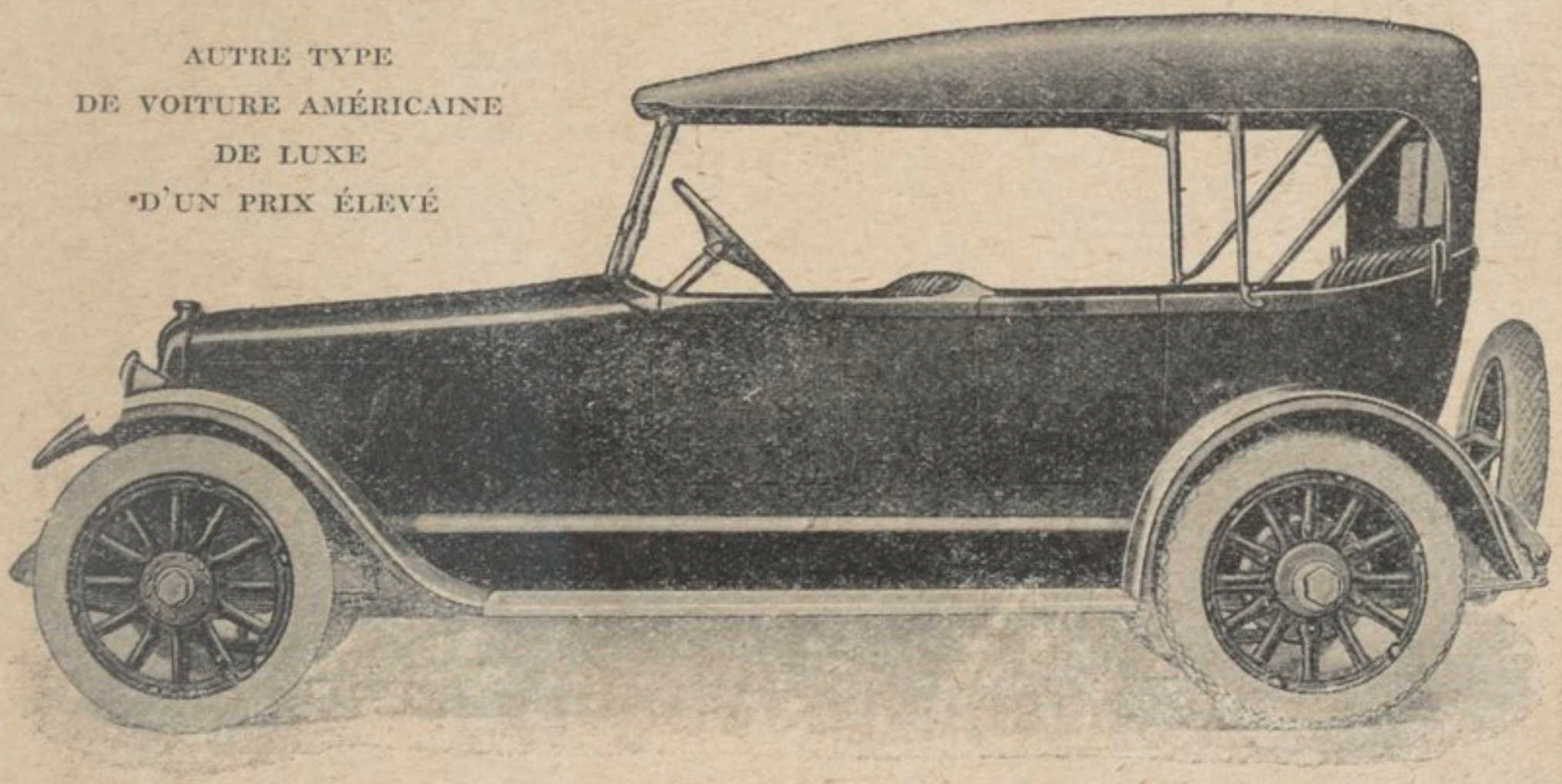


VUE ARRIÈRE D'UN MOTEUR EN V

Et je serais heureux et fier si ma voix pouvait être entendue, car, je le répète, il s'agit d'assurer l'avenir et la prospérité d'une industrie qui a pris naissance en France et qu'il serait fâcheux de voir végéter faute de coordination de ses efforts.

MORTIMER-MÉGRET.

AUTRE TYPE
DE VOITURE AMÉRICAINE
DE LUXE
D'UN PRIX ÉLEVÉ



Son prix ne diffère guère de celui de l'auto français d'un modèle équivalent, mais la voiture américaine comporte invariablement des accessoires qui augmentent considérablement son confort : éclairage électrique, démarrage automatique du moteur, gonflage automatique des pneus, jantes amovibles, crics automatiques, etc.

Nos grands chefs sur le front

G[l] SAINTE-CLAIRE-DEVILLE

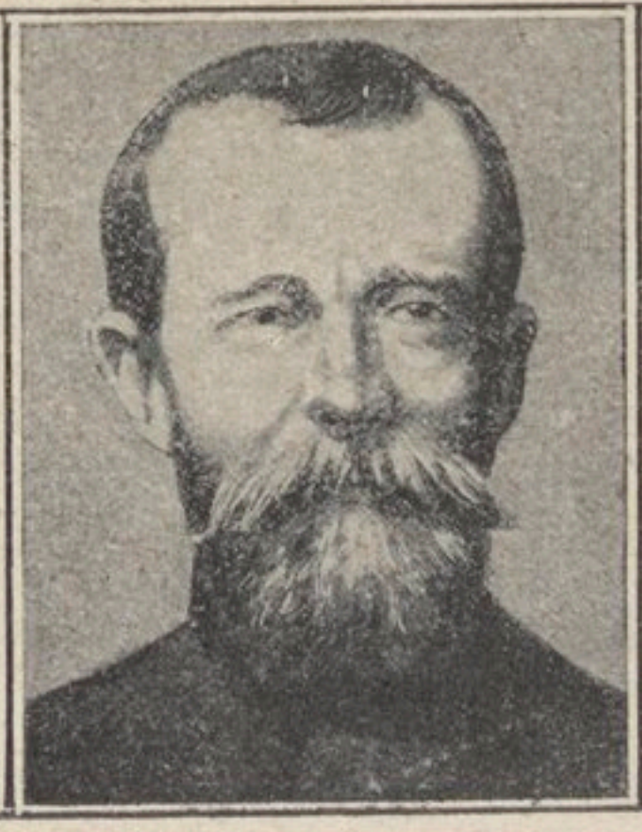
GÉNÉRAL MARCHAND
C[t] une division coloniale

GÉNÉRAL DE LARDEMELLE

GÉNÉRAL ARLABOSSE

GÉNÉRAL ANTHOINE

GÉNÉRAL BOUYSSOU



GÉNÉRAL EON

GÉNÉRAL BUAT

NOS SUCCÈS SUR LE FRONT OCCIDENTAL AUTORISENT TOUS LES ESPOIRS

La physionomie et l'allure générale de la bataille de la Somme, à laquelle est venue s'ajouter, vers la mi-novembre, une autre bataille localisée sur les rives de l'Ancre, n'ont guère varié pendant ces deux derniers mois. Notre avance, sur divers points du front, celle de nos alliés anglais ne nous ont pas encore rendus maîtres des principaux objectifs : Bapaume et Péronne, et ce n'est guère que dans le Sud que notre menace pèse d'une façon un peu plus immédiate sur les grandes artères de communication de l'ennemi. Le mauvais temps est venu avant que des résultats décisifs aient pu être obtenus ; n'empêche que la « casserole allemande » — le mot est d'Hindenburg — a été fortement bosselée par nous, et si elle n'est pas encore trouée, elle a reçu des heurts tels que tous les rétamages et rafistolages ne viendront pas à bout de remédier à l'usure qu'elle a subie. C'est là un fait indéniable.

Pour parler un langage plus sérieux, disons simplement que, jusqu'à la mi-novembre, notre progression graduelle a continué à ronger le front adverse.

Sur le front de Verdun, nous avons réalisé une magnifique avance, et ces succès réitérés légitiment tous les espoirs.

La progression anglo-française dans la Somme

Au commencement d'octobre, notre effort dans la Somme a tendu à la conquête du groupe des deux villages de Sailly-Saillisel, dont la possession importe en vue d'une avance vers l'est, et plus encore d'une avance nord dans la direction de Bapaume. Le 7, en partant de la ligne qui passait à environ un kilomètre de Morval, par le bois du Mouchoir et la corne nord-ouest du bois Saint-Pierre-Vaast, des troupes appartenant au vaillant corps de l'Est s'élancèrent à l'attaque des tranchées de Carlsbad, de Teplitz et de Berlin, des défenses que les Allemands avaient organisées à la lisière est du bois Saint-Pierre-Vaast, ainsi que de l'ensemble des fortifications appelées « ouvrage Tripot », qu'ils avaient aménagées aux abords ouest du parc du château de Sailly. La préparation d'artillerie avait été si parfaite, que nos braves fantassins s'emparaient en une heure de tous les objectifs désignés. Vainement l'ennemi essaya d'amener ses bataillons de réserve : le feu parfaitement ajusté de nos batteries les cloua sur place au nord de Sailly-Saillisel. Quatre cents prisonniers, dont dix officiers, restèrent entre nos mains.

LE MAJOR-GÉNÉRAL INGOUVILLE-WILLIAMS

Commandant les troupes britanniques opérant au nord de l'Ancre.

Les Anglais, opérant en liaison avec nous, réussissaient, le même jour, à avancer de 800 à 1.000 mètres, entre Gueudecourt et Lesbœufs et à enlever le village du Sars. Eux aussi faisaient plus de cinq cents prisonniers, qui, à la suite de nouveaux progrès faits le lendemain, montaient à huit cent soixante-dix-neuf, dont treize officiers. Le jour suivant, nos alliés se rapprochaient de la butte de Warlencourt, un des bastions avancés de l'ennemi à l'ouest de la route de Bapaume.

Conformément à la méthode des attaques alternatives par échelons, nous opérions, les jours suivants, au sud de la Somme. Après un arrosage copieux des premières et secondes lignes ennemies, ainsi que de ses voies de communication de l'arrière, les troupes de la 10e armée, que commande le général Micheler, partaient à l'assaut le 10 octobre, à 11 heures du matin, sur un front de 10 kilomètres compris entre Berny-en-Santerre et Chaulnes. Quarante minutes après, la première ligne ennemie et le hameau de Bovent étaient en leur pouvoir. Emportées par leur

élan, elles se ruaient sur la seconde ligne de tranchées allemandes, et, à une heure de l'après-midi, elles la tenaient. Puis ce furent les abords de la sucrerie et les lisières nord et ouest du village d'Ablaincourt, qui furent enlevés, et pénétrant dans le village, dans la soirée, un de nos détachements en ramena prisonnière une compagnie tout entière d'infanterie, avec son capitaine.

Plus au sud encore, la partie fut plus contestée, en raison de la difficulté du terrain boisé et de la solidité des défenses ennemies. Cependant, là aussi, nos braves fantassins finirent par s'emparer du bois situé au nord de Chaulnes, à progresser jusqu'à l'étoile centrale dudit bois, et à prendre pied dans le bois Triangulaire. La 44e division de réserve, la 23e saxonne, la 44e division prussienne, entre autres, furent sérieusement éprouvées ce jour-là. Elles laissèrent d'ailleurs entre nos mains 1.377 prisonniers, dont 26 officiers.

Le lendemain, les Allemands essayent de réagir et contre-attaquent violemment, mais ils ne réussissent qu'à augmenter le nombre de nos prisonniers, qui monte à 1.702, dont 2 commandants de bataillon et 29 officiers. Le 13, l'ennemi, en force, revient à la charge, réussit à réoccuper une partie du village d'Ablaincourt, mais une contre-attaque l'en rejette partiellement.

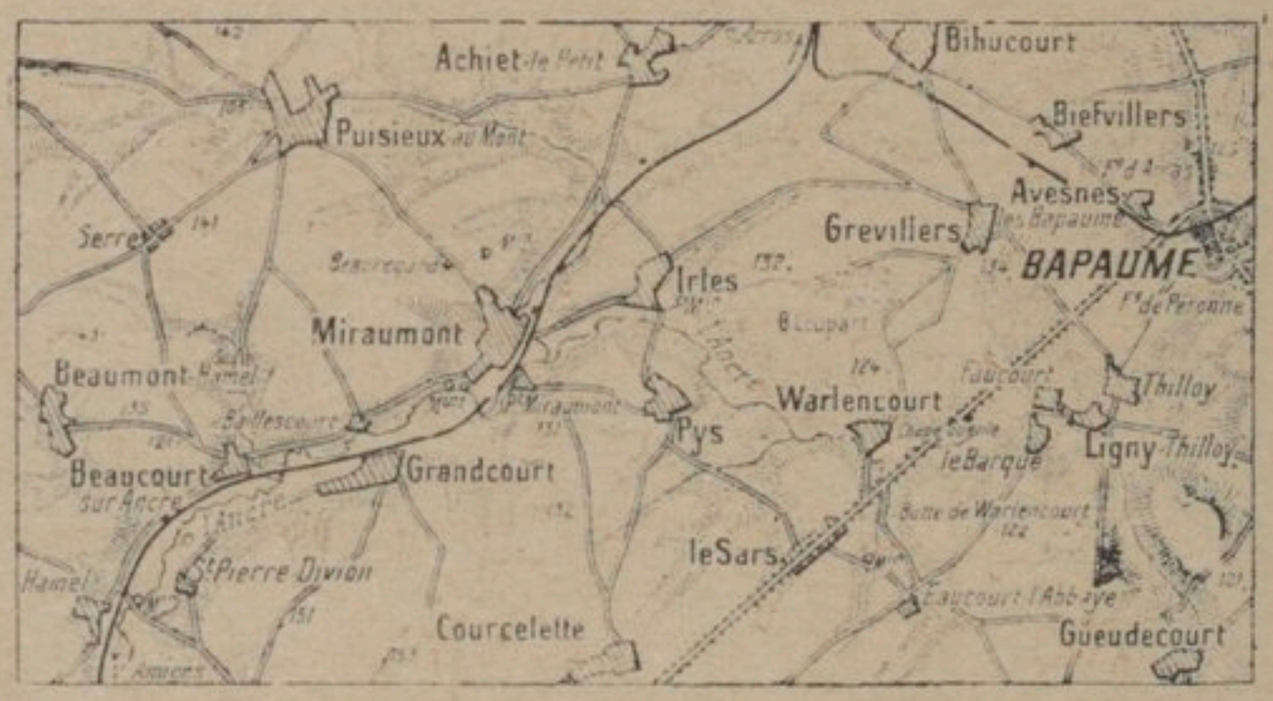
Le 14, c'est nous, au contraire, qui essayons d'élargir nos positions au sud de la Somme. Pour être véridique, il ne semble pas que nous ayons atteint, ce jour-là, tous les objectifs que nous visions; cependant, nous nous emparions, à l'est de Belloy-en-Santerre, de la première ligne allemande sur une étendue de 2 kilomètres et, si le hameau de Pressoir nous résistait, nous enlevions, plus au nord, celui de Genermont, ainsi que la sucrerie située à 1.200 mètres au nord-est d'Ablaincourt. Au demeurant, les 1.103 prisonniers, dont 19 officiers, que nous avons faits attestent que la journée fut, malgré tout, un succès extrêmement sérieux.

Pendant ce temps, au nord de la Somme, les Anglais amélioraient leur situation, au nord de Thiepval, aux environs des redoutes Stuff et Schwaben, et faisaient un lot de plus de 300 prisonniers, dont 6 officiers.

Le 15 octobre au soir, nous attaquions de notre côté le village de Sailly. Nos troupes, malgré une résistance acharnée, s'emparaient successivement de toutes les maisons en bordure de la route de Bapaume-Péronne jusqu'au carrefour central. Le 16, nous enlevions un nouvel îlot et repoussions une violente contre-attaque ennemie. Le même jour, après avoir contenu un retour offensif au sud de la Somme, nous nous emparions d'un petit bois à l'est de Berny-en-Santerre, et capturions deux pièces de 210 et une autre de 77.

Du 18 au 20, les Anglais se sont efforcés avec succès d'avancer leur front dans la direction de la butte de Warlencourt.

La journée du 20 a vu se dérouler une série de luttes particulièrement violentes. Et tout d'abord, à Sailly, nous eûmes à subir trois assauts consécutifs. Nous n'eûmes pas de peine à les contenir : le feu de nos canons ayant suffi. Trois fois l'ennemi tenta de rompre notre front à l'ouest de Péronne. Là, après des combats acharnés, il réussit à s'installer dans quelques éléments avancés de notre ligne, au nord du bois Blaize, sur la rive ouest du canal de la Somme. Nos alliés anglais eurent, de leur côté, à subir un choc analogue au nord-est de Thiepval. En deux points, les Allemands réussirent à prendre pied dans les tranchées de leur ex-redoute Schwaben, mais nos alliés, revenant en force, non seulement les en chassaient, mais, poursuivant l'ennemi, ils gagnaient de 300 à 500 mètres de terrain le long de la ligne de 5 kilomètres qui s'étend entre Thiepval et le Sars, et faisaient un total de 1.018 prisonniers, dont 16 officiers.



LE COURS DE L'ANCRE ENTRE HAMEL ET WARLENCOURT

Ce succès eut son pendant dans une attaque brillante que nous exécutâmes ce jour-là dans la région de Chaulnes : des troupes africaines étaient chargées d'enlever deux bois en forme d'équerre orientés sud-ouest nord-est et qui se rejoignaient par la pointe au carrefour central. Après une préparation d'artillerie soignée de cinq heures et demie, zouaves et tirailleurs algériens s'élancèrent à l'assaut, et, admirablement secondés par le feu de nos canons, par nos aviateurs qui, suivant leur habitude, survolaient le champ de bataille à 300 mètres seulement, ils eurent vite fait d'enlever les lignes allemandes et même de s'installer dans une tranchée située à 200 mètres en avant des objectifs désignés.

Le 22, en fin de journée, nous tentons de nous donner de l'air à Sailly. Le village est dominé au nord-ouest par une hauteur cotée 128. Un coup de main heureux nous en rend maîtres. Le jour suivant, une opération ana-

logue et brillamment réussie nous permet de progresser au nord-est de Morval.

Pendant quelques jours, alors que nous portons notre effort sur Douaumont, les opérations dans la Somme se ralentissent; puis dans la nuit du 29, nous reprenons nos attaques contre l'agglomération Sailly-Saillisel. Nos soldats réussissent à prendre le second groupe du village de Sailly et à cheminer jusqu'à l'église. Par contre, nous essuyons, la même nuit, un petit revers. Les Allemands dirigent assaut sur assaut contre nos positions de Biaches, ainsi que de la Maisonnette, et finissent par s'installer et dans les tranchées au nord de ce bâtiment et dans le bâtiment lui-même. Ils sont, par exemple, incapables de nous ravir la cote 97.

Le 1er novembre, l'ennemi contre-attaque, au nord de la Somme, cette fois. Il veut à tout prix nous déloger de Sailly. Il paie cette tentative sans profit de pertes sanglantes. Dans l'après-midi du même jour, nous le payons de retour et lui enlevons du terrain entre Lesbœufs et le bois Saint-Pierre-Vaast; nos alliés anglais, opérant en liaison avec nous au nord de Lesbœufs, progressent également. Le jour suivant, nous poursuivons nos avantages dans ce secteur et y comptons à ce moment 736 prisonniers, dont 20 officiers.

Nouvelle stagnation sur le front de la Somme pendant nos opérations contre le fort et le village de Vaux; puis, le 5 novembre, nous entreprenons une offensive d'une certaine envergure, depuis la région au sud du Transloy jusqu'au sud du bois de Saint-Pierre-Vaast. Pendant que nos alliés anglais progressaient dans la région de la butte de Warlencourt, en enlevant les hauteurs qui précèdent celle-ci, et se rapprochaient du Transloy, nous nous employions, un peu plus bas, à parachever la conquête du groupe Sailly-Saillisel. Cette fois, c'est le hameau de Saillisel que nous attaquions et dont nous parvenions à emporter la majeure partie; en même temps, nous nous emparions d'une tranchée fortement organisée située à l'est de Sailly. Un peu plus au sud, nous abordions par trois côtés le bois de Saint-Pierre-Vaast, une des plus fortes organisations de l'ennemi. Nous l'entamions sérieusement en emportant trois tranchées qui défendaient la corne nord de ce bois ainsi que toutes les lignes de défenses ennemies installées à la lisière sud-ouest. Nous avions fait 522 prisonniers à la fin de la journée. Les Allemands réagirent violemment et multiplièrent les attaques pour remettre nos gains en question. Après une série de chocs sanglants, pendant la nuit du 5 et la journée du 6, et au cours desquels les Allemands engagèrent des masses d'infanterie empruntées aux corps des généraux von Marshall, von Deimling et von Garnier (armée von Below), nous restâmes maîtres de la plus grande partie du terrain conquis précédemment; nous trouvâmes même moyen de l'élargir.

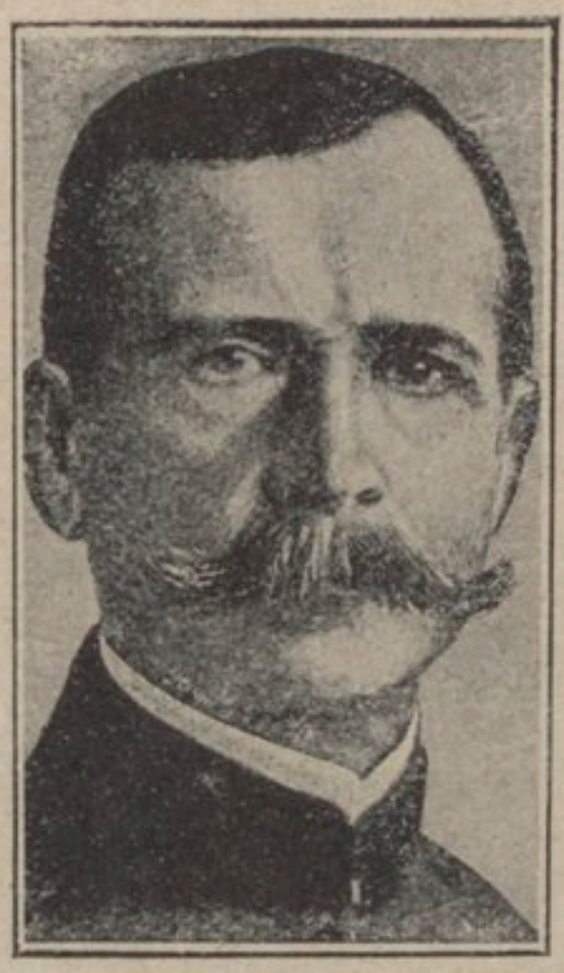
Le 7 novembre, nous attaquâmes sur un front de quatre kilomètres, entre le bois

LE RAVITAILLEMENT EN MUNITIONS DES BATTERIES LOURDES BRITANNIQUES

de Chaulnes et le sud-est de la sucrerie d'Ablaincourt. Entre Genermont et Chaulnes, les positions ennemies formaient saillant dans nos lignes, et ce saillant était hérissé de mitrailleuses particulièrement abondantes dans les deux villages d'Ablaincourt et de Pressoir. Malgré une préparation d'artillerie corsée, nos vaillants soldats eurent de la peine à réduire les défenses des deux villages, du premier surtout, construit au carrefour de huit routes. Ils vinrent cependant à bout de leur tâche. Tout aussi ardue fut la prise du cimetière situé à l'est d'Ablaincourt. Mais là, l'élan de nos troupes d'assaut fut tel qu'elles poussèrent en avant jusqu'aux abords du hameau de Gomiécourt. Entre Ablaincourt et la sucrerie, au nord, et entre Pressoir et les bois de Chaulnes, au sud, l'action fut plus aisée et rondement menée. A la fin de la journée, nous pouvions compter 500 prisonniers de plus, qui, à la suite des tentatives de réaction vaines de l'ennemi, se trouvèrent portés, le jour suivant, à 657, dont 11 officiers.

Dans la nuit du 10 au 11, les Anglais opérant au nord de Thiepval s'efforcèrent de réduire une des redoutes qui gênaient le plus leur avance. Alors qu'ils étaient maîtres de la redoute Schwaben, ils n'avaient pu emporter, le 24 octobre, que la moitié de la redoute Regina. C'est cette seconde moitié qu'ils réussirent enfin à enlever sur une longueur d'un kilomètre. Le 11, après des combats violents, nous nous employâmes, pour notre part, à reconquérir la partie du hameau de Saillisel que l'ennemi nous avait reprise le 6. Après une lutte acharnée, nous refoulâmes les Allemands jusqu'à la lisière est du hameau, et, le lendemain, poursuivant nos progrès à la grenade, nous le prenions en totalité : 229 hommes de troupe, 7 officiers et 8 mitrailleuses restèrent entre nos mains.

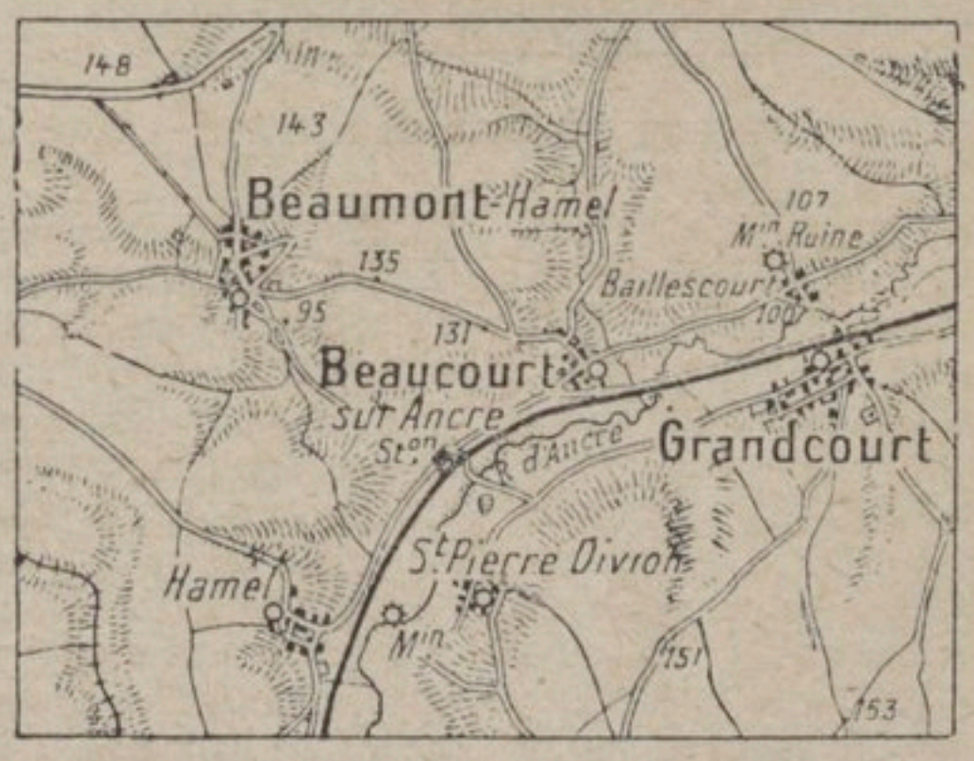
Nous avons vu pendant quelques semaines nos alliés anglais n'entreprendre que des opérations secondaires. C'est qu'ils préparaient une offensive d'une certaine envergure, destinée à faire tomber les ouvrages avancés paralysant leurs mouvements dans la direction de Bapaume. Entre Gomiécourt et l'Ancre, les Allemands disposaient d'une ligne de défenses formidables contre laquelle, depuis juillet dernier, étaient venus se briser tous les efforts de nos alliés. Qu'ils attaquassent au nord ou au sud de la petite rivière, ils n'avaient pu aboutir. Cette fois, ils résolurent de prendre l'offensive de part et d'autre, et des résultats brillants couronnèrent leurs efforts. Le 13 novembre au matin, sur un front de huit kilomètres, ils entamèrent les lignes adverses. Au sud de l'Ancre, ils enlevèrent le petit hameau de Saint-Pierre-Divion ; au nord, ils pénétrèrent dans Beaumont-Hamel, mais ne purent s'y maintenir. Le brouillard qui, sur certains points, les servit, car il y eut chez l'ennemi, surpris par l'avance inattendue de nos alliés, une véritable panique, qui leur fut nuisible ailleurs. Le jour suivant, nos alliés reprirent l'assaut de Beaumont-Hamel, et, cette fois, s'en emparèrent définitivement. De même ils s'emparaient du village de Beaucourt. Le lendemain, nouveaux progrès au nord de l'Ancre et augmentation du nombre des prisonniers qui, en trois jours, formèrent un total de 5.678.



GÉNÉRAL GIRODON

Commandant une brigade d'infanterie, mort glorieusement au champ d'honneur sur le front de la Somme.

On pouvait croire que c'est sur cette partie du front que l'ennemi contre-attaquerait en force. Il se borna à réagir faiblement, s'organisant simplement pour arrêter si possible toute nouvelle avance de nos alliés. C'est sur le secteur français qu'il déclancha, au contraire, une puissante contre-offensive, menée avec des forces et une vigueur dont, pour être sincère, on ne l'eût plus cru capable. Ce fut, dans la journée du 15, une chaude bataille, aussi bien au sud de la Somme, entre Ablaincourt et les bois de Chaulnes, qu'au nord de la rivière, entre Lesbœufs et Saint-Pierre-Vaast. Les Allemands, qui comptaient nous enfoncer, durent se contenter, au prix de pertes sanglantes, de nous ravir quelques maisons de Pressoir et des tranchées à la corne nord et à la lisière ouest du bois Saint-Pierre-Vaast. Dans la nuit du 15 au 16, nous reprenions



LA RÉGION BEAUMONT-GRANCOURT

d'ailleurs la partie de Pressoir perdue où des éléments français s'étaient maintenus avec une énergie tout à fait admirable.

Depuis lors, rien à signaler si ce n'est quelques progrès britanniques au nord et au sud de l'Ancre et la canonnade habituelle.

Quelques chiffres pour terminer : du 1er juillet au 1er novembre, les armées franco-britanniques de la Somme avaient fait prisonniers 71.532 soldats allemands et 1.449 officiers. Dans le même laps de temps, elles avaient conquis le matériel suivant : 173 canons de campagne, 130 canons lourds, 215 mortiers de tranchée, 981 mitrailleuses.

Les troupes françaises, sur ce total, ont pris 40.796 soldats, 809 officiers, 77 canons de campagne, 101 canons lourds, 104 mortiers de tranchée et 533 mitrailleuses.

Nous refoulons l'ennemi au nord de Verdun

Contraint à l'inaction devant Verdun, l'état-major allemand, pour se justifier devant l'opinion publique d'outre-Rhin, avait fait publier, dans les derniers jours d'octobre, un factum où il disait en substance : « Nous gardons une poterne ouverte sur la place et nous reprendrons nos opérations au moment opportun ; par contre, les Français n'ont plus aucune chance de se rouvrir là une route de sortie pour une action offensive en Woëvre ou dans la direction de Metz ». Le raisonnement eût été rigoureusement juste si les positions du moment dans la Meuse avaient pu être considérées comme définitivement acquises. L'événement allait prouver, quelques jours après, qu'il n'en était rien, car la poterne d'entrée que nos ennemis se targuaient d'avoir en main leur a été fermée, pour tout jamais, espérons-le.

Nous savions que, dans le secteur nord-est de Verdun, les Allemands avaient été forcés de se dégarnir en artillerie; aussi amenâmes-nous force pièces de gros calibre sur le terrain. L'opération demandait, naturellement, une préparation particulièrement soignée, et sous le feu intense et efficace de nos batteries, l'ennemi dut successivement révéler les emplacements de toutes les siennes. Méthodiquement, elles furent mises hors d'affaire ; progressivement, les défenses ennemies furent pulvérisées ; et, le 23 octobre, un obus de 400 tiré avec une rare justesse, en écrasant une partie du fort de Douaumont, commença à jeter le désarroi dans les rangs adverses.

Le fort de Douaumont n'était pas d'ailleurs notre unique objectif; il s'agissait d'enlever toute la ligne allemande d'Haudromont à Hardaumont, ligne puissamment fortifiée.

Le 23 au soir, les troupes d'attaque étaient en place : elles devaient s'ébranler le lendemain matin à 11 h. 40. L'opération, dirigée par le général Nivelle, fut confiée au général Mangin, qui était déjà rentré, le 22 mai, dans Douaumont, mais n'avait pu s'y maintenir.

Le matin du 24, un tel brouillard couvrait toute la région, qu'il y eut dans le commandement un instant d'hésitation. Elle fut de courte durée, et le signal de l'assaut fut donné. Heureuse inspiration, car la brume à travers laquelle partirent nos braves allait les servir admirablement en leur permettant de surprendre l'ennemi.

LE GÉNÉRAL MANGIN

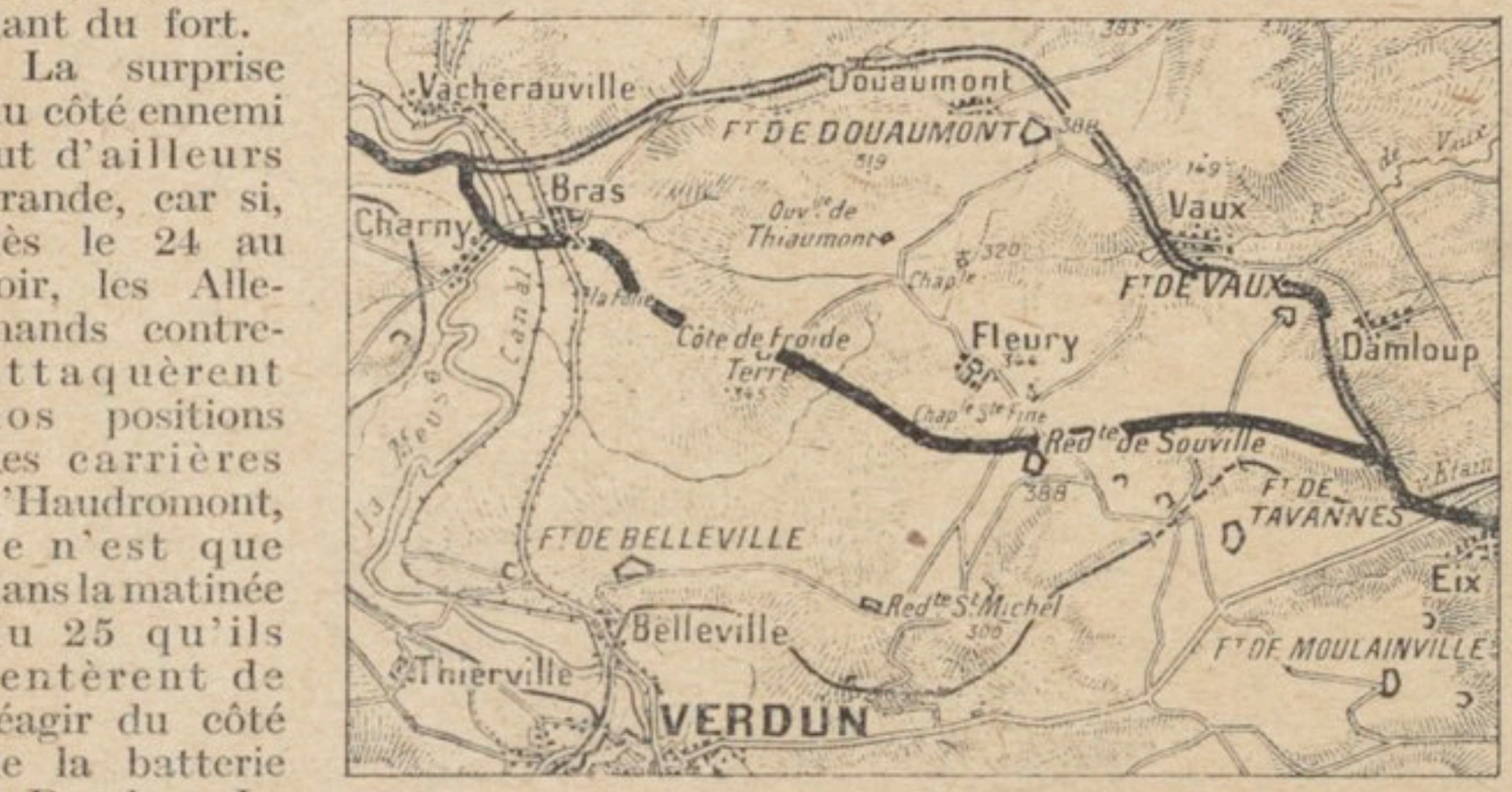
Commandant les troupes françaises qui s'emparèrent des forts de Douaumont et de Vaux.

En peu de temps, d'un seul élan, nos troupes atteignaient leurs premiers buts, et, vers 2 heures et demie, c'est-à-dire moins de trois heures après le signal, les observateurs postés au fort de Souville purent voir à la jumelle, le brouillard s'étant fort heureusement dissipé, nos soldats se profiler en ombres chinoises sur la crête de Douaumont, s'établir sur le fort et en ramener des colonnes de prisonniers. C'était le bataillon Nicolaï, du régiment colonial du Maroc, qui venait de prendre le fort.

De partout, d'ailleurs, n'allaient pas tarder à arriver les nouvelles d'un succès plein et entier : le 11e régiment chargé de prendre les carrières d'Haudromont, avait dépassé son objectif. Pendant que la division Guyot de Salins enlevait Thiaumont et Douaumont, la division Passaga s'emparait du bois de la Caillette et escaladait les pentes nord du ravin de la Fausse-Côte. La division Lardemelle rencontrait, par contre, une résistance énergique au ravin des Fontaines et au bois Fumin ; de même, il fallut un sérieux effort pour prendre le dépôt à droite de la route du fort de Vaux. Par contre, le 30e régiment d'infanterie s'empara sans difficulté de la

batterie de Damloup. En fin de journée, on avait ramené des milliers de prisonniers à l'arrière et, dans la nuit du 24 au 25, on cueillit dans une des casemates du fort de Douaumont une trentaine d'hommes, y compris le commandant du fort.

La surprise du côté ennemi fut d'ailleurs grande, car si, dès le 24 au soir, les Allemands contre-attaquèrent nos positions des carrières d'Haudromont, ce n'est que dans la matinée du 25 qu'ils tentèrent de réagir du côté de la batterie de Damloup. Le 26, par exemple, ils font un effort puissant pour nous ravir nos conquêtes, mais ne réussissent qu'à aggraver leurs pertes. Nous continuons, au contraire, à gagner un peu de terrain sur l'ennemi les jours suivants et, à la date du 1er novembre, nous comptons comme prisonniers plus de 6.000 hommes dont 138 officiers. Quant au matériel pris, il comprenait 15 canons dont cinq lourds, 51 canons de tranchée 144 mitrailleuses et une grande quantité de fusils, grenades, obus, etc.



FRONT AU NORD DE VERDUN, LE 23 OCTOBRE
— — LE 5 NOVEMBRE

Après avoir repris aux Allemands le fort de Douaumont qu'ils détenaient depuis le 25 février, après leur avoir, en moins de quatre heures, le 25 octobre, sur une étendue de 7 kilomètres et une profondeur de 3, ravi un terrain qu'ils avaient mis des mois à conquérir et au prix que l'on connaît, nous ne pouvions leur laisser la possession du dernier ouvrage de la ceinture fortifiée de Verdun qu'ils gardaient encore : le fort de Vaux. Il nous fallait cet ouvrage. Il fut soumis à un bombardement intense, et, dans la journée du 2 novembre, notre commandement s'était bien aperçu qu'un obus de 400 y avait produit de sérieux ravages, mais rien ne pouvait lui faire croire qu'il allait toucher au but.

Grand fut l'étonnement quand, dans la soirée, un bulletin allemand annonçait que l'ennemi avait évacué volontairement la position. On crut tout d'abord à un piège. Mais le lendemain 3, le communiqué officiel français annonçait que, dans la nuit du 2 au 3, les Allemands, ne pouvant tenir sous la violence de notre feu, avaient effectivement quitté la place, et que nos magnifiques troupes avaient occupé le fort.

Le 4, la division Andlauer, qui avait relevé dans ce secteur la division Lardemelle, continuait à chasser les Allemands devant elle et parachevait la conquête du plateau au nord du fort. De son côté, la division Arlabosse, substituée à la division Passaga, s'attaquait au village de Vaux et parvenait jusqu'au carrefour central où s'élevait autrefois l'église. Les Allemands ne conservaient plus alors que la partie est du village.

Le 5 novembre, nos troupes parvinrent aisément à les en chasser. Le même jour, elles s'emparèrent de Damloup, qui, comme Vaux, n'était plus que des ruines.

Nos opérations, depuis lors, se sont arrêtées sur la rive droite de la Meuse et l'ennemi, de son côté, s'est borné à une canonnade plus ou moins intense, histoire de se manifester,

GÉNÉRAL VON LOCHOW
Commandant un corps d'armée allemand en avant de Verdun.

GÉNÉRAL VON MUDRA
Autre auxiliaire du Kronprinz d'Allemagne dans la Meuse.

LES HOSTILITÉS SUR LE FRONT RUSSE

Sur le front russe proprement dit, c'est-à-dire à la frontière Est des empires centraux, aucun grand événement n'a marqué le mois d'octobre, ni les trois premières semaines de novembre. En Volhynie et en Galicie, les Autrichiens, renforcés par vingt-quatre divisions allemandes et par un accroissement plus que proportionnel d'artillerie, ont opposé aux efforts des armées de Broussiloff une résistance qu'il serait puéril de nier. L'ennemi, par contre, lorsqu'il a voulu, à son tour, passer à l'offensive a complètement échoué. Les masses de manœuvre se sont, de part et d'autre, déplacées vers le sud et que c'est le long des frontières roumaines qu'elles s'efforcent maintenant de chercher une décision.

Sur le secteur du nord et sur celui du centre, il n'y a eu aucun engagement. Cette immense région est convertie, à l'automne, en une mer de boue. Toute l'activité s'est portée sur le secteur sud. Fort probablement, Hindenburg, pendant le mois d'août, avait massé à l'arrière de ce front une formidable armée, munie d'un colossal matériel, dont il destinait le commandement à celui qu'il venait de remplacer, le général von Falkenhayn. Pour le dédommager de sa défaite de Verdun, son heureux successeur avait sans doute médité de lui faire écraser Broussiloff. Tout était prêt... lorsque la Roumanie entra en guerre. Force fut alors de déplacer troupes et canons pour les transférer en Transylvanie. L'armée qui fit reculer les Roumains était celle qui, primitivement, devait enfoncer et broyer la ligne russe.

Au début d'octobre, ce fut dans le secteur central du front de Galicie, sur la Zlota-Lipa, au sud de Brzezany, que les Russes firent porter leur effort. Le général Tscherbatcheff réussit à passer sur la berge occidentale de la rivière et tint sous son feu la ville de Brzezany, qu'il chercha à faire évacuer par l'adversaire en la débordant par le sud-ouest. Mais la manœuvre n'aboutit pas. Les Russes ont, toutefois, réussi à conserver des positions très gênantes pour l'armée de Bothmer. Plus au nord, sur la chaussée Brody-Zloczow, une marche en avant fut également commencée par le général Sakharoff, mais elle dut à son tour, s'arrêter devant une opiniâtre résistance que lui opposa l'armée autrichienne commandée par Bœhm-Ermolli.

Vers le 15 octobre, la mêlée devint formidable et à peu près générale. Broussiloff attaqua au nord, en Volhynie, dans la direction de Vladimir-Volynski ; en Galicie, sur la route de Brody-Lemberg, puis, au nord de Halicz, sur la Narayouwka, affluent de droite de la Gnita-Lipa ; enfin, dans les Carpathes, il lança l'armée de Letchitzky à l'assaut des positions ennemies, sur un front de 70 kilomètres, depuis Korosmézo, au sud du col de Jablonitza, jusqu'à Kirlibaba et Dorna-Vatra.

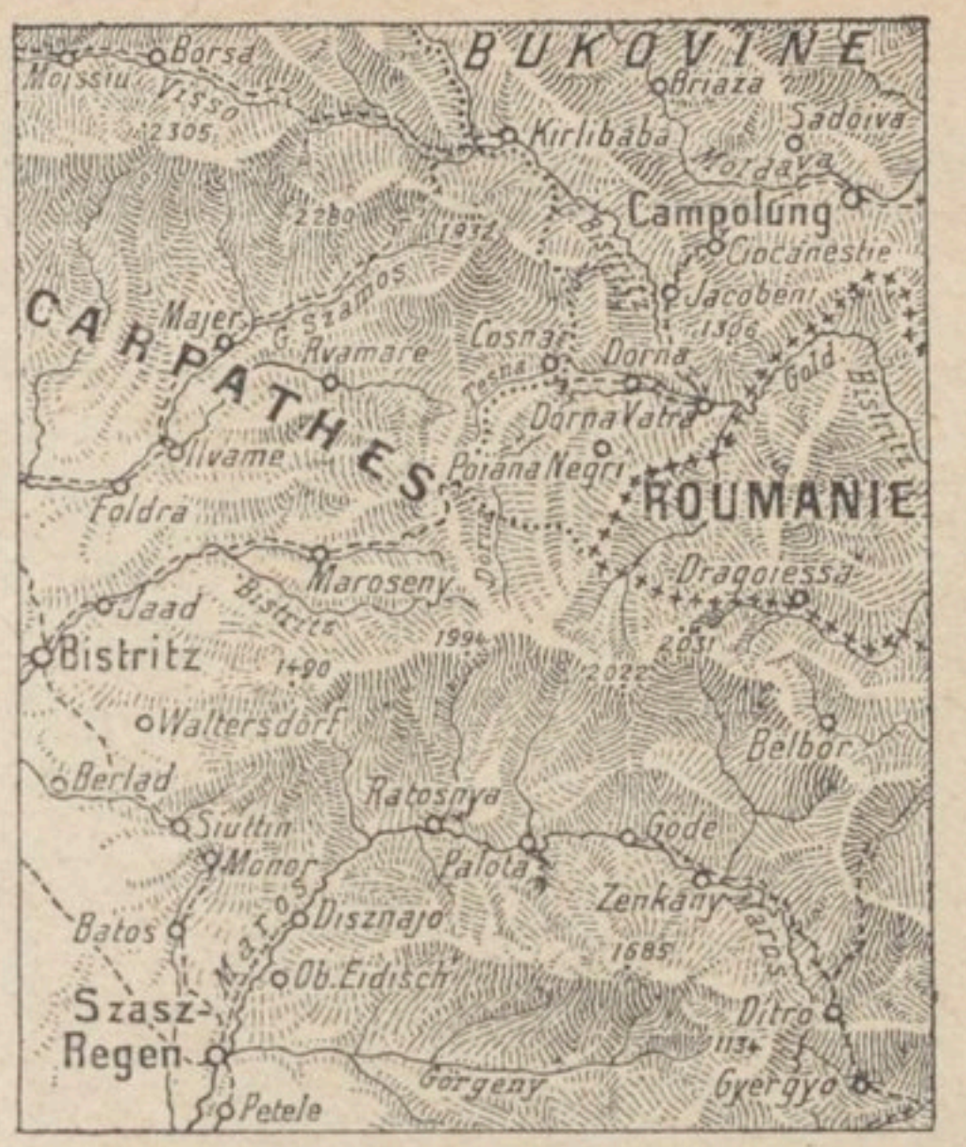
LA GALICIE ORIENTALE

Au nord de Halicz, l'armée Tscherbatcheff, qui avait été repoussée sur la rive orientale de la Narayouwka, reprenait pied sur la rive occidentale et, de l'aveu même des communiqués ennemis, s'y emparait de solides points d'appui : toute la ligne des forts de Halicz, située au nord du Dniester, mais sans toutefois cueillir encore ce succès positif que constituerait pour nos alliés la prise de Halicz.

En Volhynie, sur le Haut-Stockhod, la lutte se circonscrit et se cristallise dans les secteurs de Kieseline, de Chelvof et de Doubnof. Au début de novembre, une certaine accalmie se produit : c'est le moment où Falkenhayn attaque et franchit les cols de la frontière roumaine. Les Russes doivent expédier leurs renforts au delà du Danube, pour secourir notre alliée balkanique. C'est alors au tour des Allemands de marteler les positions russes. Ils choisissent à cet effet les secteurs du Haut-Stockhod et de la Narayouwka, entre Halicz et Brzezany. Malgré des attaques renouvelées avec obstination, ils n'aboutissent à rien ; chaque fois qu'ils enlèvent un bout de tranchée ou une redoute, une contre-attaque russe, savamment exécutée, les leur reprend. C'est ce

qui leur arrive sur le Stockhod, à la bataille d'Alexandrowka.

Vers le 12 novembre, la lutte sur les bords de la Narayouwka reprend un regain d'acuité. Pour éloigner la menace qui pèse sur Haliez, Hindenburg a envoyé des forces fraîches, mais elles se heurtent aux positions dominantes qu'occupent les Russes, et qu'ils gardent, sur la rive occidentale de la rivière autour des villages de Lipitza-Dolna, de Svitelsniki et de Mitschiouvka. Une bataille de quatre jours coûta aux assaillants des pertes considérables et complètement stériles. Ce long et sanglant engagement n'était, d'ailleurs, qu'une feinte destinée à tâter la solidité des lignes russes. Quelques jours après, on signala, en effet, que de très nombreux contingents allemands avaient pu quitter le front de Galicie pour aller grossir en Roumanie les armées de Falkenhayn. Les Russes en ont fait autant de leur côté, puisqu'ils ont envoyé sans retard en Dobroudja le général Sakharoff, accompagné vraisemblablement de quelques-unes de ses meilleures divisions.



LES CARPATHES BOISÉES

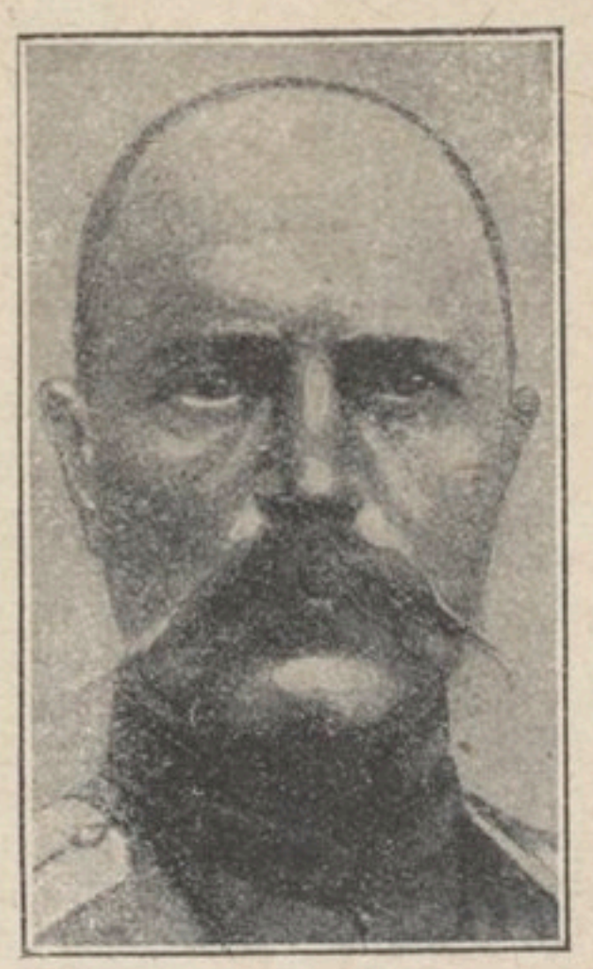
La lutte dans les Carpathes a repris une nouvelle intensité dans les derniers jours de novembre ; à l'est et au sud de Kirlibaba, nos alliés ont attaqué vigoureusement les Allemands et se sont emparés d'importantes positions. Malheureusement, quelques jours plus tard, les Russes devaient céder à la pression de leurs ennemis, ce qui ne les empêchait pas, sur ces entrefaites, de s'emparer de Kirlibaba même.

Les opérations en Perse et en Arménie

Sur le front asiatique, nos alliés sont demeurés sur la défensive. En Arménie, ils se sont bornés à maintenir leurs précédentes conquêtes dans le sud de la Perse.

On comprend que les Russes, qui accomplissent en Europe un immense effort, accru par l'extension de leur front jusqu'au Danube, n'aient pas engagé dans l'expédition excentrique et un peu coloniale que constituerait la conquête de l'Asie Mineure des effectifs et surtout des munitions dont le besoin urgent pourrait vivement se faire sentir ailleurs.

En Arménie, on aurait pu s'attendre à voir les troupes de Youdénitch s'avancer davantage à l'ouest et au sud, et, après la possession d'Erzindjan, s'assurer celle de Kharpout et de Diarbékir. Ainsi tous les boulevards, comme tous les greniers de l'Arménie, fussent tombés aux mains de nos alliés. Le grand-duc Nicolas a sans doute estimé que mieux valait tenir que courir. Ses armées sont, d'ailleurs, maîtresses des neuf-dixièmes du territoire arménien et de régions très fertiles, comme les vallées du Haut-Euphrate et du Kelkit, l'ancien Lycus, où elles peuvent se ravitailler à l'aise. Toutes ces provinces, les anciens vilayets turcs d'Erzindjan, de Baïbourt et de Trébizonde, ont été défendues avec énergie contre les attaques réitérées des troupes ottomanes.



GÉNÉRAL KRASIKOFF

Commandant les troupes russes en Perse.

Plus au sud, la bataille, qui a été à peu près incessante, mais menée de part et d'autre avec des effectifs très réduits, composés surtout de cavaliers irréguliers, Kurdes du côté turc, Cosaques du côté russe, vagabondant sur des territoires immenses, a subi les fluctuations diverses que l'on est habitué à lui voir depuis le début de la guerre. Les Turcs ont avancé de nouveau entre les lacs de Van et d'Ourmiah. Ils ont atteint, au sud de ce dernier lac, dans le Kurdistan persan, la ville de Sakkys. Plus bas, ils ont pénétré dans la région de Hamadan et de Sultanabad. Ces progrès, en raison des forces minimes qui les réalisent, n'ont rien qui doive inquiéter. Ils sont éminemment instables et éphémères.

LES ROUMAINS N'ONT PU RÉSISTER A LEURS ENVAHISSEURS

La Roumanie a joué de malheur : après avoir résisté avec énergie, pendant plus de deux mois, à cinq armées ennemies coalisées contre elle, elle a vu envahir son territoire, et a même dû céder sa capitale. La France a envoyé des états-majors, des munitions, des services sanitaires. Les Alliés ont fait ce qu'ils ont pu pour venir à son secours. Malheureusement, les seuls qui fussent en mesure d'apporter un appui militaire immédiat étaient les Russes, et nos valeureux alliés n'ont pu arriver à temps ou, du moins, en nombre suffisant pour repousser l'ennemi. Ils ont occupé le front de Moldavie, mais Falkenhayn a réussi à percer plus au sud, et l'invasion s'est accomplie. L'ennemi a su concentrer inopinément des forces colossales, un puissant outillage dont la supériorité n'a pu être ni brisée ni même contestée. Il faut du temps, surtout à une coalition comme celle de l'Entente, pour réunir des moyens analogues. Le dictateur militaire de nos adversaires, Hindenburg, a bénéficié jusqu'au bout des avantages que lui a procurés son avance. Il devra toutefois s'arrêter et il n'y aura gagné que le coûteux entretien d'un front nouveau. L'armée roumaine, qui a subi des pertes mais qui subsiste, se replie vers l'armée russe. Il arrivera un moment où elle reprendra la lutte et reconquerra le territoire perdu.

Pour les opérations militaires en Roumanie, voir la grande carte en couleurs publiée dans le nº 29 de La Science et la Vie

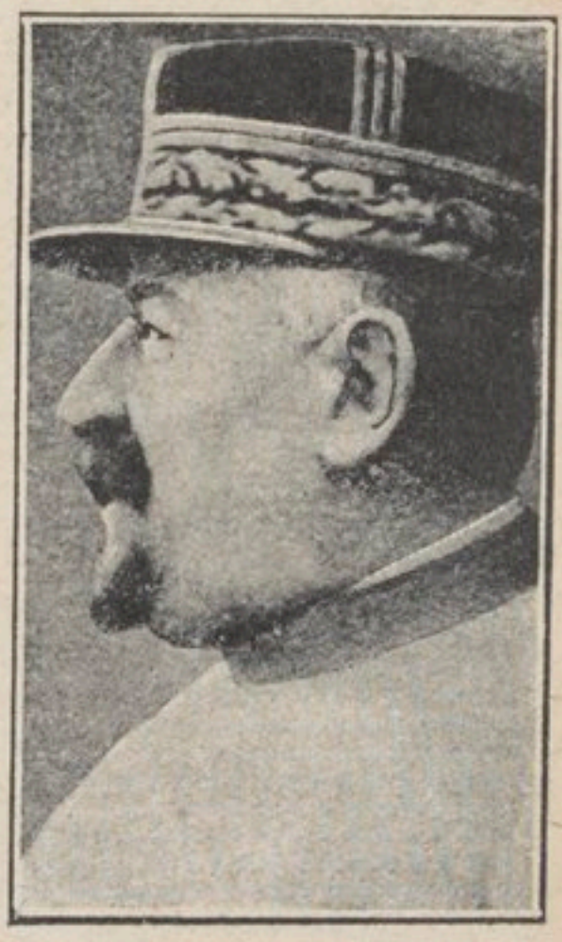
---

Falkenhayn et Mackensen marchent sur Bucarest

On a vu dans notre dernier numéro comment les troupes roumaines qui, au début de septembre, avaient très largement envahi la Hongrie orientale, avaient ensuite dû, dans les premiers jours d'octobre, précipitamment se replier sur la chaîne frontière des Alpes transylvaines et se borner à défendre, aussi énergiquement que possible, les principaux passages des montagnes. Les armées roumaines, au nombre de trois, opéraient : la première et vraisemblablement la plus forte, au sud d'Orsova, à Hermannstadt (Sibiu) ; la deuxième s'avançait au centre, dans la partie de la Transylvanie qui fait saillant à l'est ; la troisième, au nord, donnait la main aux Russes, dans la haute vallée du Maros et à l'est de Dorna-Vatra. Cette invasion imprudente — on ne le voit que trop aujourd'hui — s'était accomplie dans une ignorance complète des projets et des préparatifs de l'ennemi. Ni l'état-major roumain, ni peut-être l'état-major russe ne savaient que le général Hindenburg avait concentré en Orient deux puissantes armées : l'une, formée des meilleures divisions allemandes et de quelques unités austro-hongroises enlevées au front de Galicie (où elles avaient été remplacées par des troupes turques), munie

GÉNal VON FALKENHAYN

Commandant en chef les forces de la coalition qui ont envahi la Roumanie par le Nord et l'Ouest.



GÉNÉRAL BERTHELOT

Délégué du grand état-major français auprès du commandement suprême des armées roumaines.

LA FRONTIÈRE DE TRANSYLVANIE, OU LES TROUPES ROUMAINES ONT DU SE REPLIER

d'une formidable artillerie, était rassemblée depuis le mois d'août sur les confins de la Bukovine. Elle avait pour objectif, dans la pensée du généralissime allemand, la reprise de Czernowitz, c'est-à-dire la rupture des communications entre les Russes et les Roumains et devait entraîner, comme conséquence politique, le maintien de la Roumanie dans une stricte neutralité. L'autre armée, formée en Bulgarie d'éléments en majorité bulgares et turcs, devait marcher sur Salonique et, avec la complicité de l'armée royale grecque, jeter à la mer l'armée Sarrail. Le premier groupe était commandé par le général von Falkenhayn, ancien chef du grand état-major, à qui son successeur Hindenburg offrait cette occasion de se réhabiliter ; l'autre, par le plus audacieux peut-être des généraux allemands, le feld-maréchal von Mackensen.

L'entrée en ligne de la Roumanie eut pour effet d'attirer sur elle la foudre amassée à ses frontières et prête à éclater. A la fin d'août, lorsque tous les journaux des empires centraux exigèrent le prompt châtiment de l' « alliée infidèle », la *Gazette de Francfort* écrivit ces mots énigmatiques : « Il n'y a qu'à faire ce qui est tout préparé ». On comprend aujourd'hui ce dont il s'agissait. Il est clair que la presse reptilienne était au courant des préparatifs de son généralissime. Les Impériaux devaient, par la suite, recueillir tous les avantages normaux d'une marche rapide et imprévue, et, malgré l'énergique résistance des Roumains, parvenir jusqu'au cœur de la malheureuse Valachie.

La victoire d'Hermannstadt, remportée du 20 au 29 septembre par l'armée de Falkenhayn sur la première armée roumaine, avait, comme on sait, amené la retraite des deux autres armées du roi Ferdinand. Désormais, c'est sur la frontière même qu'il fallut lutter. Tandis que Falkenhayn en personne se présentait devant les passes du sud, celles de Vulkan, de Szourdouk, de la Tour Rouge, les armées des généraux Krafft von Delmensingen et von Arzt attaquaient l'une au centre, l'autre au nord les têtes des vallées qui conduisent à Bucarest et en Moldavie. Malgré le désavantage d'une position excentrique, et en dépit du désarroi causé par l'insuccès initial, les Roumains se défendirent vaillamment. On peut dire que, pendant près de deux mois, ils tinrent les assaillants en sérieux échec.

GÉNÉRAL BELAÏEF

Délégué du gouvernement russe auprès du grand état-major roumain.

Falkenhayn éprouva une longue série d'insuccès qui l'amenèrent à modifier plusieurs fois ses plans. Il attaqua sur une quinzaine de secteurs bien distincts, par colonnes que séparaient des massifs montagneux, sur un front immense de 500 kilomètres, sans que l'on discernât nettement où il voulait porter son principal effort. Vers le milieu d'octobre, il parut foncer avec son centre et sa gauche

par les vallées de l'Uzu et de l'Oïtos, directement sur la voie ferrée Bucarest-Czernowitz. Son objectif semblait être de couper les Russes des Roumains, et d'aller se former sur la ligne du Sereth, pendant que Mackensen, progressant en Dobroudja, fût venu prolonger son front en se rangeant sur la rive sud du Danube, face à la Bessarabie. Mais la tentative, très audacieuse, échoua.

Les renforts russes, dans ce secteur, arrivèrent à temps. Plus tard, tandis que ses colonnes du centre étaient arrêtées devant les passes de Torzbung et de Prédéal, il amorça ses opérations autour de la passe de Vulkan, dans la région la moins âpre des Alpes de Transylvanie. Ce col d'où partent des routes en étoile, lui permettait de déboucher en Valachie et d'aboutir à Craïova, d'où il eût fait tomber, en les prenant à revers, les défenses d'Orsova au sud, de Torzburg et de Prédéal au nord. Il réussit à forcer le col le 24 octobre, à descendre dans la vallée du Jiul, jusque vers Targu-Jiu, mais une division bavaroise qui formait sa tête de ligne, fut surprise le 27 et écrasée par les Roumains qui lui firent plusieurs centaines de prisonniers et capturèrent toute son artillerie, notamment deux batteries d'obusiers de 105. Le brave général Dragalina, qui commandait la première armée roumaine, fut blessé au cours de ces combats et dut céder le commandement à son collègue, le général Gulger.

LE GÉNÉRAL ASLAN

Commandant une armée roumaine en Valachie.

Cet échec amena la retraite momentanée de toute la droite allemande. Les Roumains remontèrent toute la vallée du Jiul, réoccupèrent les cols de Szourdouk et de Vulkan, à la sortie sud desquels ils s'installèrent. Le plan de déboucher par Craïova parut être, à ce moment, définitivement abandonné par l'ennemi. Qui eût cru que, avec l'obstination allemande, Falkenhayn reviendrait à cette intention parmi tant d'autres manifestées par lui, et réussirait enfin à la réaliser, après avoir éprouvé une si cuisante défaite?

On peut dire que c'est à force de tâtonner, en multipliant sans se lasser des tentatives infructueuses sur tous les points, que ce général, étant enfin parvenu à percer sur un, changea instantanément son ordre de bataille.

Battu au sud, il revient provisoirement au centre. Il attaque avec violence dans la région de Prédéal et de Dragoslavele, (en direction de Campolung). Puis l'action, le 7 novembre, recommence dans la vallée de l'Oltu, où une action des plus chaudes s'engage sur la rive gauche de la rivière. Les Allemands sont parvenus à 17 kilomètres de la frontière, au sud de la passe de la Tour-Rouge. Dans la vallée parallèle du Jiul, les Bavarois ont reçu des renforts, mais pendant quelques jours encore, ils restent sur la défensive. L'effort principal semble toujours incomber au général Krafft von Delmensingen, qui attaque sur un front de 80 kilomètres, depuis le Buzeu au nord jusqu'à Campolung au sud. On peut croire que l'ennemi cherchera à se précipiter avec le gros de ses forces par la vallée du Buzeu, qui le conduira au nord de Bucarest et à séparer les armées russo-roumaines de Moldavie de celles de Valachie. Ce n'est que le 14 novembre que de gros renforts apparaissent au sud, dans les vallées de l'Oltu et du Jiul. Les Roumains doivent reculer. La manœuvre de Falkenhayn, après deux mois d'échecs répétés, est sur le point de réussir.

LE GÉNÉRAL POPOVICS

Commandant la cavalerie roumaine en Moldavie.

Des combats héroïques se déroulent. Le 14 novembre, les Roumains doivent céder la forte position de Busten. De l'aveu même de l'ennemi, ils « défendent avec acharnement le sol de leur patrie ». Du 15 au 17, une bataille de trois jours s'engage autour de Tirgu-Jiu. Nos alliés danubiens, pressés de toutes parts, débordés par un ennemi très supérieur en nombre, la perdent. Dès lors, c'est le commencement d'une retraite qui ne s'arrêtera plus que devant Bucarest. Toute la Valachie est désormais envahie. Le 19 novembre, la cavalerie allemande atteignait le carrefour des routes de Tirgu-Jiu à Orsova et à Craïova. Le 21 l'ennemi entrait à Craïova, évacuée par les habitants.

Cette ville de 45.000 habitants, située au centre de la riche plaine de la Petite-Valachie, pouvait offrir à l'ennemi de grandes ressources en grains et en pétrole. D'après les nouvelles roumaines, les troupes de nos alliés ont, avant de se replier, incendié les dépôts

de l'une et l'autre denrées. Arrivée à ce point, l'armée de Falkenhayn, qui marchait face au sud-est, exécuta une conversion par la droite et se dirigea face au nord-est, dans la direction de Bucarest. Les forces roumaines — heureusement peu importantes : une dizaine de bataillons — qui avaient été laissées à la défense d'Orsova et du défilé des Portes-de-Fer, étaient d'ores et déjà coupées du gros de l'armée. Toutefois, au début de décembre, ces troupes admirables, qui s'étaient jetées dans la région montagneuse et boisée au nord de Turnu-Severin, n'avaient pas encore effectué leur reddition. Après s'être vainement efforcées de pratiquer une trouée dans les rangs ennemis, elles paraissent avoir prolongé dans cette zone peu praticable une guerre de partisans.

La marche des armées allemandes pouvait être périlleuse. Aucun contact n'existait encore entre les armées de Falkenhayn et celles de Mackensen. Si les Roumains eussent disposé à ce moment-là d'une masse de manœuvre, l'une et l'autre eussent pu être écrasées isolément. Malheureusement, il n'en fut rien. L'arrivée d'une armée russe qui seule eût pu changer la situation se fit vainement attendre. Il fallait tenir compte de la surprise, de la longueur de temps qu'exigent la concentration, la mise en mouvement, enfin le transport, par des voies ferrées très rares, de masses aussi importantes que celles qui composent une armée moderne. Le général français Berthelot, arrivé en Roumanie avec un nombreux état-major, en qualité de délégué du grand Etat-major général français, ne put que se borner à organiser des positions en avant de Bucarest, pour y recueillir les divisions en retraite et tenter de tenir, de retarder l'ennemi le plus longtemps possible, jusqu'à ce qu'une amélioration survînt.

VON DELMENSINGEN

Commandant les forces allemandes qui pénétrèrent en Roumanie par le col de la Tour-Rouge.

Le 24 novembre, la situation s'aggrave. Mackensen, après avoir multiplié les démonstrations sur plusieurs points, réussit à franchir le Danube à Islaz et à Zimnitzea, à 100 kilomètres au sud-ouest de Bucarest. Il paraît l'avoir exécutée, cette difficile opération, sans avoir rencontré de résistance. Le 26, les deux armées ennemies font leur jonction. Les forces roumaines qui résistaient sur l'Oltu, sont tournées par leur gauche, Falkenhayn ayant franchi la rivière dans son cours inférieur, et doivent se mettre à leur tour, et précipitamment, en retraite. Elles reculent de Rimnick sur Pitesci, qu'elles doivent évacuer à leur tour le 29, pour se diriger sur Titu. De son côté, Mackensen avance par Rosiori et Curtea-de-Arges, vers le sud et le sud-ouest de Bucarest. Le 27 novembre, les Bulgares occupent Giurgevo, en face de Roustchouk. On espère encore qu'une bataille de la Marne, livrée en avant de Bucarest, amènera un retour de fortune en faveur des Roumains.

Mackensen continue à avancer avec une audace qui semble folle. Le 30 novembre, il atteint le Glavacioc, puis le Niaslov, affluents de droite de l'Argesu, qui décrivent des demi-cercles successifs au sud-ouest de Bucarest. Il prend Calugareni et Comana. Le 2 décembre, une lueur d'espoir s'éveille. Les Roumains ont battu à Draganesci une division turque ; le gros des forces germano-bulgares, qui était parvenu à Mihalesti, sur l'Argesu, à 16 kilomètres de Bucarest, doit se replier en perdant 25 canons. Mais Mackensen envoie des renforts, et le lendemain, revient à la charge. La place de Bucarest paraît menacée à la fois par le nord-ouest, l'ouest et le sud-ouest.

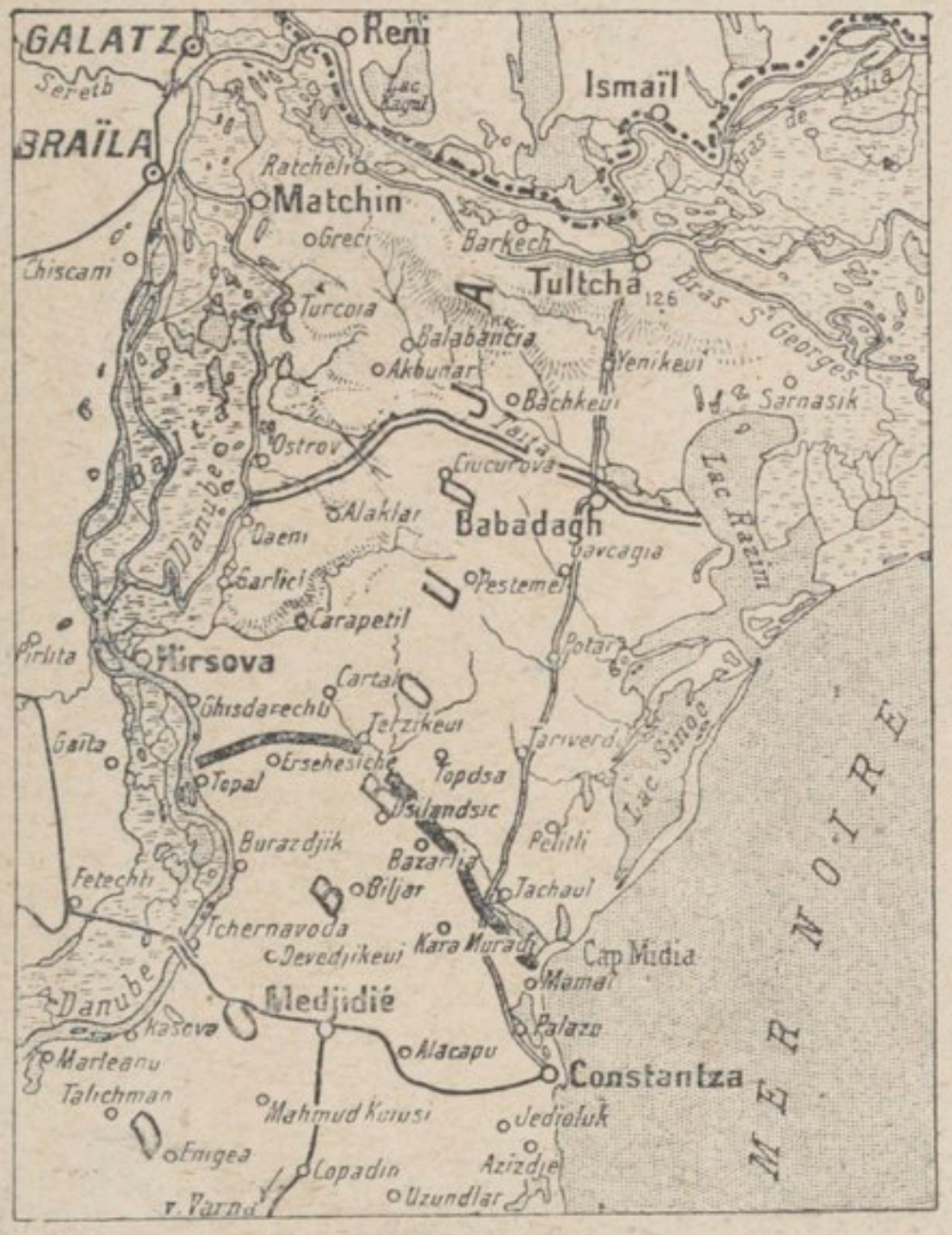
L'armée du général von Falkenhayn ou IXe armée allemande, s'est avancée sur la ville de Bucarest en quatre groupes : 1° à l'extrême-gauche, le groupe de la Prahova et du Buzeu, longtemps arrêté sur la frontière et même au delà par un groupe roumain ; 2° à la gauche, le groupe du général von Morgen, qui est entré à Campolung, et, descendant la vallée de la Dambovitza a occupé le 3 décembre, Targovistea ; 3° à la droite de ce deuxième groupe, celui du général Krafft von Delmensingen, qui est entré à Pitesti, puis a dépassé Titu ; 4° enfin, le groupe du général von Kuehne, venu de Craïova et dont une division, la 41e, a dépassé l'Argesu ; ce groupe s'est lié avec la gauche de l'armée du Danube ou armée Mackensen, gauche commandée par le général von Korch. Ces deux corps se sont soutenus l'un l'autre au cours des combats du 1er au 3 décembre. Von Korch, battu le 2 décembre par les Russo-Roumains, chassé de Copnara et de Gostinari, et refoulé vers le Danube, a vu surgir à sa gauche le groupe von Kuehne, qui a pris en flanc les poursuivants et les a contraints, à leur tour, à effectuer leur retraite.

Au cours des jours suivants, l'avance des armées ennemies s'est accélérée surtout à l'aile gauche, entre Bucarest et Ploesci. Toutes les mesures avaient été prises depuis plusieurs jours pour l'évacuation de la capitale roumaine, où les Allemands annoncent avoir fait leur entrée le 6 décembre.

Le gouvernement du roi Ferdinand s'était retiré, quelques jours auparavant, à Jassy.

Les Bulgaro-Allemands ont reculé en Dobroudja

Il est clair aujourd'hui que les opérations de Mackensen en Dobroudja étaient secondaires. En dépit de leur impétuosité, elle n'avaient eu, au début, qu'un caractère défensif. Le maréchal allemand avait voulu préserver la Bulgarie de l'invasion d'une armée russe que l'on croyait toute rassemblée sur sa frontière nord-orientale. Prendre les devants et s'assurer contre cette irruption possible de la ligne Cernavoda-Constantza, c'était ce que l'on appelle assurer ses derrières pour mieux courir ultérieurement à l'invasion de la Valachie. Peut-être, à la fin d'octobre, un autre plan avait-il été concerté entre les armées Falkenhayn et Mackensen. Sans doute le maréchal devait-il venir s'aligner sur la rive sud du Danube, en face de Reni et d'Ismaïl, pendant que l'ancien chef d'état-major allemand fût venu se ranger le long du Sereth, après avoir conquis les trois quarts de la Roumanie. Mais Mackensen s'étant présenté seul au rendez-vous et Falkenhayn ayant été immobilisé jusqu'à la fin de novembre le long des Alpes transylvaines, force fut de recourir à d'autres procédés, ceux qu'on vient de voir. Il reste à retracer les opérations en Dobroudja, telles qu'elles se déroulèrent de la fin d'octobre au début du mois de décembre.



CARTE MONTRANT LE RECUL DE L'ARMÉE GERMANO-BULGARE DANS LA DOBROUDJA

Positions de l'ennemi le 20 novembre
— — le 5 décembre

A la fin de septembre, Mackensen s'était fait battre, après avoir pris Turtukaï et Silistrie, alors qu'il manœuvrait par sa gauche, le long du Danube, pour couper les Roumains du fleuve et les rejeter sur le littoral de la mer Noire. Il reprit son opération le 19 octobre, mais en tentant, cette fois, la manœuvre inverse : il massa ses principales forces à sa droite, c'est-à-dire le long du rivage du Pont-Euxin. Il risquait gros en tentant un mouvement aussi audacieux : il ne s'exposait à rien moins qu'à se faire jeter lui-même à la mer. Il avait toutefois remarqué une circonstance à son avantage, c'était que l'aile gauche ennemie, opposée à son aile marchante, était beaucoup plus faible que la droite, non pas tant numériquement que parce qu'elle ne disposait à son arrière que d'un très mauvais réseau routier, tous les vivres et toutes les munitions lui parvenant par la droite, reliée à Bucarest par de nombreuses voies. Ayant médité son opération, Mackensen agit rapidement en portant un de ces coups de surprise dont tous les véritables généraux ont le secret. Il concentra, à l'insu des Roumains et des Russes, toute sa grosse artillerie sur le point du front où il voulait attaquer. L'art d'employer les canons est, d'ailleurs, plus complexe aujourd'hui qu'il ne fut jamais. Dérober le déplacement de ses pièces à un adversaire vigilant et ne démasquer leurs feux qu'au moment décisif est un talent véritable : ce talent, il serait puéril de nier que Mackensen le possède à fond. C'est à ses manœuvres d'artillerie qu'il a dû le plus clair de ses succès. La conséquence de celle-là fut considérable, puisqu'elle amena l'invasion de toute la Dobroudja. Le 19 octobre, son « trommelfeuer » écrasa l'aile gauche adverse. Le 20, il lança son infanterie à l'assaut de la colline de Topraïsar, mamelon peu élevé mais offrant des vues très étendues. Sur ce point, le feld-maréchal, se fiant peu aux Bulgares et aux Turcs, avait réuni les bataillons de sa division allemande. Par des cheminements défilés dans les ravins, les soldats teutons purent d'autant mieux parvenir à la position convoitée que l'artillerie de nos alliés avait été éteinte par les gros mortiers ennemis. Le 21, l'armée roumaine devait battre en retraite poursuivie par une vive canonnade. Les renforts envoyés à son secours ne purent

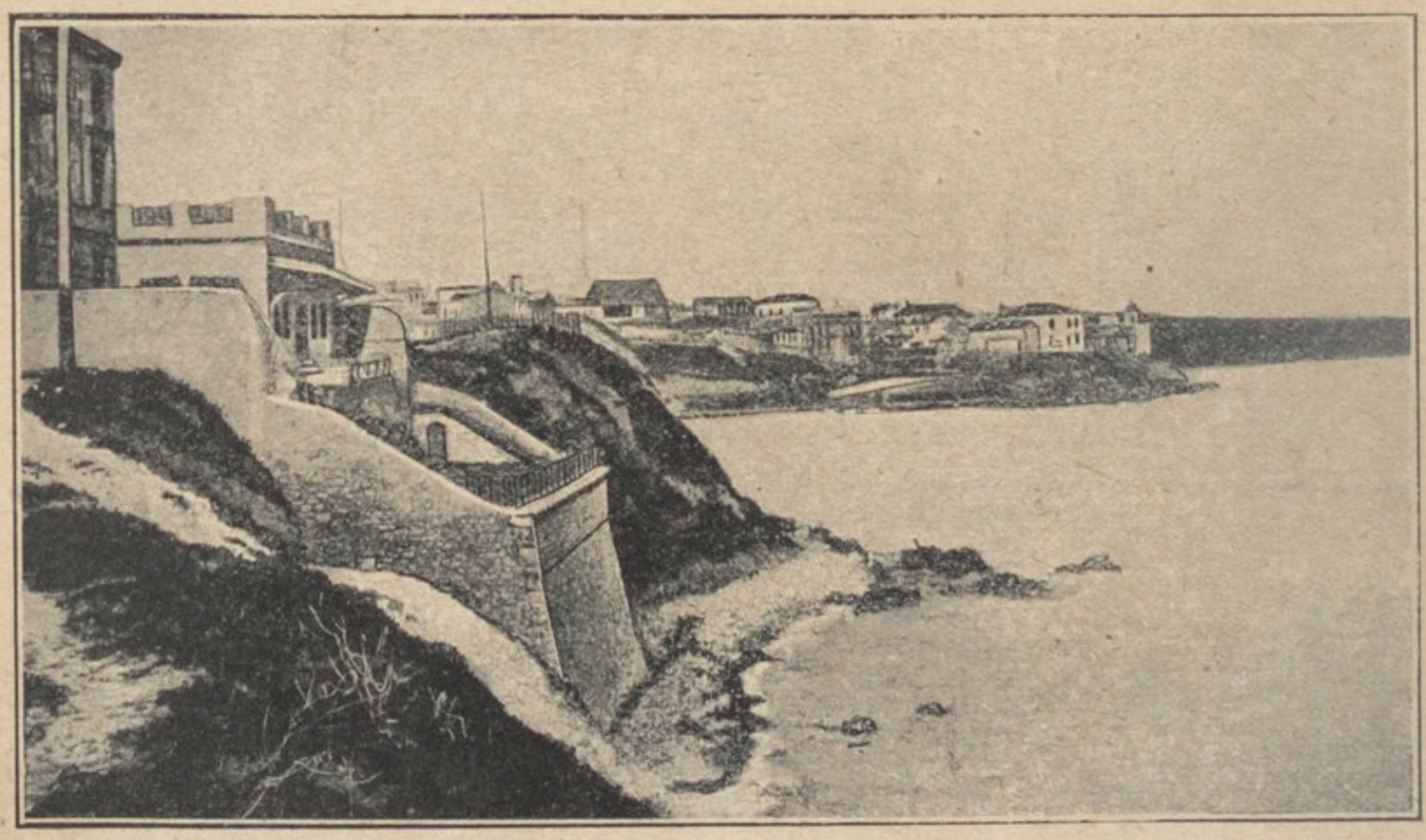
conjurer la défaite ; en deux jours, le recul fut de 50 kilomètres à l'aile gauche, de 30 à la droite. Le 22, la cavalerie bulgare entrait dans le plus grand port de la Roumanie, Constantza. Le centre et la gauche progressèrent de même, occupant, puis dépassant la voie ferrée Constantza-Cernavoda. La prise de Constantza était surtout affligeante au point de vue moral. Matériellement, le port ne pouvait plus être utile qu'aux communications par mer avec la seule Russie, et la Roumanie est, comme on sait, en communication terrestre, sur une large bande frontière, avec notre grande alliée. Les Germano-Bulgares ne pouvaient en tirer aucun parti, la mer Noire étant dominée par la flotte russe, qui manifesta aussitôt sa présence par un vigoureux bombardement.

L'armée russo-roumaine avait battu en retraite, sans être sérieusement inquiétée et sans avoir abandonné de matériel. Elle alla se reformer sur la ligne Hirsova-Casapkeuï, à environ 40 kilomètres au nord du chemin de fer Cernavoda-Constantza, dans une région accidentée et boisée qu'il était très facile de défendre. Dans les premiers jours de novembre, elle reçut pour commandant le général Sakharoff, l'un des meilleurs généraux russes, lieutenant de Broussiloff dans la fameuse offensive de Galicie, le vainqueur de Brody. Le 10 novembre, cette armée se porta en avant, dans la direction de la ligne Cernavoda-Constantza. Elle fit reculer partout les avant-gardes de Mackensen et s'avança par sa droite jusqu'à Cernavoda, par sa gauche jusqu'au lac Tachaul. Appuyée par une flottille qui remonta le Danube, à sa droite, elle franchit le fleuve et occupa Dunarew, d'où elle chassa les Allemands, ce qui prouve que Mackensen avait déjà pu rétablir le pont et passer le fleuve.

GÉNÉRAL SAKHAROF

Commandant en chef les troupes russo-roumaines en Dobroudja.

C'est alors que le feld-maréchal allemand fut appelé à coopérer avec les armées de Falkenhayn. Pour franchir le Danube, il jeta son dévolu sur la région de Sistov, où la rive bulgare domine d'environ 80 mètres la rive roumaine et assure, par conséquent, un commandement très étendu à l'artillerie. Sous la protection de batteries puissantes, il établit ses ponts de bateaux et prit terre sur la rive opposée, entre Islaz et Zimnitzea.



LE PORT DE CONSTANTZA, BOMBARDÉ A PLUSIEURS REPRISES PAR LES RUSSES

La campagne de Dobroudja était finie : celle de Valachie commençait. On a vu plus haut comment elle s'est terminée.

BIBLIOTHEQUE DE LA GUERRE

NOUVELLES VICTOIRES ITALIENNES

Vers le début du mois de Novembre, les Autrichiens, en prévision d'une nouvelle attaque italienne, avaient renforcé leur lignes de Gorizia à la mer au moyen d'une centaine de nouveaux bataillons empruntés aux dépôts de l'intérieur ainsi qu'aux autres secteurs. En effet, le général Cadorna venait de faire recommencer le bombardement de la ligne ennemie qui passait à ce moment par Velki-Ribach, Pecinka, Lokvica et Hudilog. Des escadrilles nombreuses composées de Capronis et d'avions de chasse Nieuport couvraient de projectiles les gares de Nabresina, de Doltogliano et de Scoppo, sur le Carso.

L'objectif italien était de dégager Gorizia dont l'ennemi continuait à battre les environs au moyen de ses gros canons postés sur les hauteurs voisines, et de rectifier la ligne du Carso.

LA RÉGION D'OPPACHIASELLA

Après une préparation d'artillerie exceptionnellement intense, concentrée sur un point désigné, l'infanterie italienne put enfin déloger l'ennemi des grottes profondes où il se tenait à l'abri et dont les abords étaient défendus par des mitrailleuses. L'attaque avait été menée au Nord d'Oppacchiasella et toute la série de côtes situées au Nord-Est de cette localité fut emportée d'assaut en même temps que les fortins de Pecinka et de Velki-Ribach, légèrement à l'ouest de Reselica.

Malgré l'organisation de la défense, la marche en avant des Italiens atteignit près de deux kilomètres en profondeur et ils purent s'emparer de 9.000 prisonniers ainsi que d'un important matériel. Le 21e régiment de landwehr perdit à lui seul environ la moitié de son effectif, et le reste fut fait prisonnier. Le nombre des Autrichiens mis hors de combat fut évalué à 35.000 hommes. Les contre-attaques tentées pour enrayer l'avance italienne furent paralysées par la grosse artillerie qui réussit à bombarder efficacement les trains chargés de renforts dirigés vers la ligne de feu par les gares de Dornberg et de Reifenberg.

Les masses ennemies, foudroyées et dispersées en essayant de prendre la côte 208, abandonnèrent 553 prisonniers et un certain nombre d'obusiers de 105 millimètres approvisionnés à mille coups par pièce en même temps que des mitrailleuses et qu'un abondant matériel de chariots attelés.

Le nouveau front autrichien sur le Carso se présentait dans des conditions très défavorables pour la défense parce que les batteries italiennes tenaient sous leur feu toute la région arrosée par le Vippacco et qu'au sud Duino pouvait être attaquée de flanc. C'est ce qui explique pourquoi

GÉNÉRAL CARTELLA

Tué à la tête de ses troupes sur le front de Gorizia.

GÉNÉRAL BERARDI

Tué le jour de l'attaque du Monte-Sabotino.

l'ennemi amena une nombreuse artillerie lourde et de fortes réserves pour défendre la ligne Hudilog-Jamiano-Castagnevizza.

Dans la nuit du 4 au 5 Novembre, les Italiens bombardèrent de nouveau cette dernière position, tandis que l'ennemi se faisait violemment repousser à la baïonnette en essayant d'attaquer Lucatio.

Le mauvais temps paralysa ensuite les opérations et rendit pénibles les travaux entrepris de part et d'autre pour organiser les nouvelles lignes de tranchées. Tout en se retranchant, les Autrichiens tentèrent plusieurs contre-attaques inutiles pour dégager leur aile gauche, qui s'appuie à la mer, et dont la situation était devenue très périlleuse à la suite des derniers combats.

D'abondantes chutes de neige dans les hautes régions et des pluies torrentielles sur le moyen et le bas Isonzo rendaient d'ailleurs moins intense l'activité des artilleries. Cependant, l'infanterie italienne réussit à rectifier son front en avancant de la côte 291 à la côte 309, qu'elle put occuper fortement.

Sur le front du Trentin la lutte d'artillerie a continué avec des alternatives de ralentissement et d'intensité. Les avions ennemis qui tentent avec opiniâtreté des reconnaissances en territoire italien sont invariablement chassés par les admirables « capronis » ainsi que par les canons anti-aériens.

Vers le 14 Novembre les Autrichiens lancèrent trois bataillons à l'assaut du plateau de San Marco à l'ouest de Gorizia, mais ils furent repoussés avec de lourdes pertes et les Italiens réussirent rapidement à reprendre les quelques positions qui avaient dû être évacuées par eux quelques jours auparavant à cause de l'intensité du feu ennemi.

Depuis cette date, une certaine accalmie a régné sur les deux front italiens, accalmie qui a coïncidé, d'ailleurs, avec le ralentissement des opérations franco-anglaises dans la Somme. Il y eut un petit réveil d'activité dans les premiers jours du mois de décembre, mais d'actions retentissantes, point. Sur le front du Trentin, dans les vallées de l'Adige et de l'Astico, le duel d'artillerie prit une certaine ampleur le 4 et le 5 ; sur le plateau d'Asiago, les combats d'avant-postes et les rencontres de patrouilles furent nombreux, mais les positions respectives des combattants ne s'en trouvèrent point modifiées.

UN ASPECT DÉSOLÉ DU CARSO APRÈS LA VICTOIRE D'OPPACHIASELLA

Dans la zone à l'est de Gorizia, au cours de la nuit du 4 au 5 décembre, les Autrichiens tentèrent un coup de main assez hardi sur les positions italiennes situées au nord de Santa-Catarina, positions assez puissantes et défendues par une nombreuse artillerie. Nos alliés ne se laissèrent pas surprendre et quelques volées de mitraille bien dirigées ne tardèrent pas à décourager les assaillants, qui regagnèrent leurs tranchées, abandonnant quelques cadavres sur le terrain.

Pendant la même période, il a fait un temps affreux sur le Carso : vent, pluie et neige, et les opérations se sont trouvées pour ainsi dire suspendues. Néanmoins, le canon n'a pas cessé de gronder un seul instant, tenant en haleine les deux adversaires.

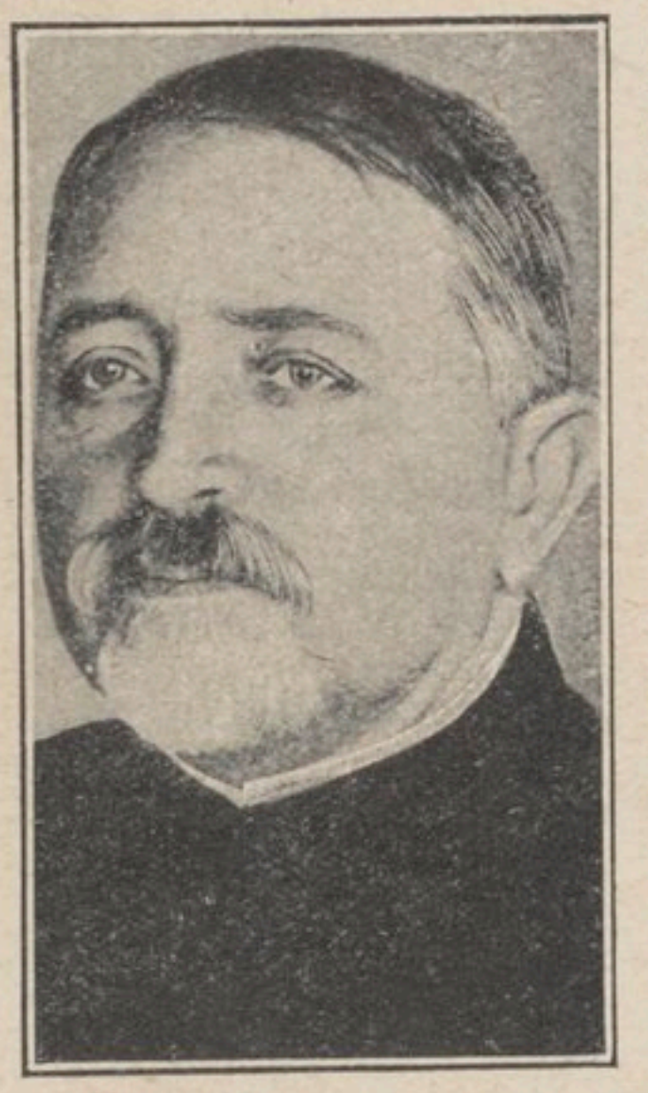
L'aviation italienne a été assez active et l'autrichienne également. A la date du 5, on signalait que des appareils ennemis avaient jeté des bombes sur Monfalcone et Adria et qu'il n'y avait eu ni victimes ni dégâts. Ce sont là les jeux habituels du front.

PROGRESSIVEMENT, LES ALLIÉS LIBÈRENT LA SERBIE

En Macédoine, les armées alliées groupées sous le commandement du général Sarrail, ont remporté, le 19 novembre, un brillant succès. Les opérations, commencées depuis cinquante jours à leur aile gauche et qui avaient débuté par la reprise de Florina, ont abouti à la rupture complète du front germano-bulgare, et à la prise de l'importante ville de Monastir, le deuxième des centres de la Macédoine serbe, quatre ans, jour pour jour, après que les vaillantes armées du roi Pierre eurent, pour la première fois, affranchi cette vaillante cité du joug des Turcs.

Cette longue bataille, sous la pluie et la neige, par des routes défoncées ou d'affreux chemins de montagne, qui rendaient le ravitaillement des plus problématiques, fait le plus grand honneur aux troupes serbes, françaises et russes qui l'ont engagée et conduite jusqu'à la victoire. Les Bulgares, dirigés par le haut commandement allemand, assistés par le génie et l'artillerie, puis par les meilleures troupes d'infanterie germaniques, avaient travaillé près d'un an pour entourer Monastir d'une redoutable ceinture de positions fortifiées. Vers le 10 octobre, les troupes franco-russes qui marchaient à la gauche des armées alliées, devaient marquer un temps d'arrêt devant un front qu'il ne fallait évidemment pas songer à enlever d'assaut. Cette ligne, dont le centre se trouvait en avant de Kenali, barrait l'entrée de la plaine de Monastir. Par sa droite, elle s'appuyait au lac Prespa ; à sa gauche, elle défendait l'accès de l'éperon montagneux qui remplit la boucle de la Cerna. Des photographies prises en avion à une très faible hauteur avaient montré, sur tout ce secteur de plus de 30 kilomètres, une série de tranchées perfectionnées avec réseaux de fils de fer et jeux complets de boyaux de communications serpentant sans discontinuité d'un bout à l'autre, et, en arrière, de nombreuses lignes de soutien ou de repli couronnant toutes les hauteurs. Une armée importante, récemment renforcée par 28 bataillons bulgares et 2 régiments allemands de réserve : les 146e et 45e, faisant partie de la 101e division, défendait cet ensemble formidable.

Aborder l'obstacle de front, il n'y fallait pas songer. Le haut commandement français résolut de le déborder ou de le tourner par l'est, et il trouva, pour exécuter ce mouvement, dans les troupes serbes qui marchaient à son aile droite, des combattants d'une ardeur et d'un courage magnifiques. Nos vaillants alliés, après avoir escaladé le Kaïmackalan et le Dobropolje, s'étaient arrêtés devant le cours de la Cerna. Mais du 10 au 20 octobre, ils passèrent sur la rive gauche de la rivière, entamèrent le massif montagneux du Cuke ou Tchouk, et enlevèrent les villages de Brod et de Veliselo, celui-ci sur les pentes ouest de la montagne, dominant la plaine de Monastir. Au cours de ces actions, ils capturaient sept canons et faisaient 250 prisonniers. Le 28 octobre, les troupes françaises, à leur gauche, s'emparaient de Gardilovo. Les Russes attaquaient, avec d'autres troupes françaises, la ligne Armenhoor, Pétorak, Vrbeni. Mais l'armée rencontra sur tous ces points une résistance qu'explique la force des positions affrontées. L'offensive subit un temps d'arrêt jusqu'au 10 novembre.

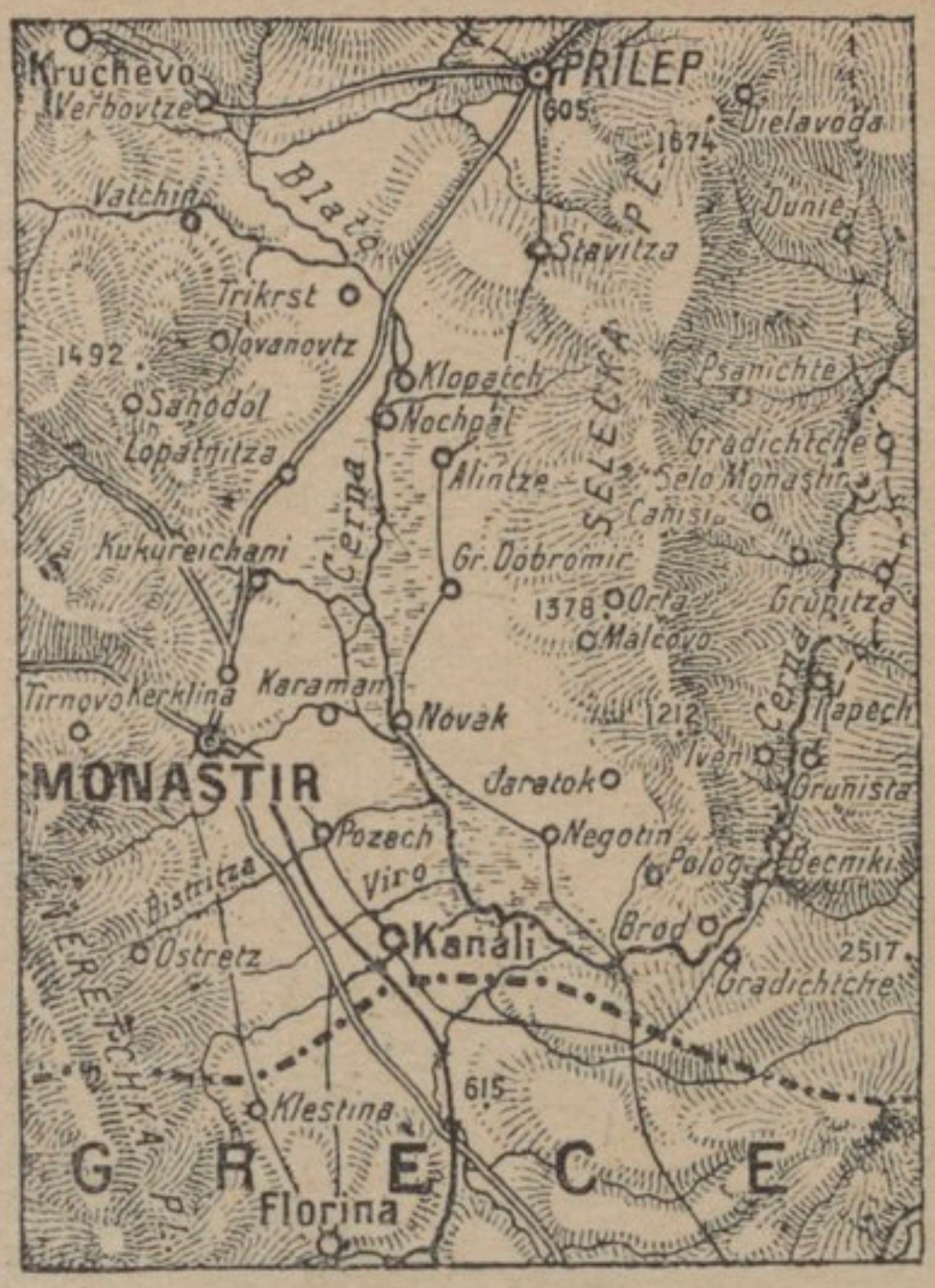


LE GÉNÉRAL LEBLOIS

Commandant les troupes françaises qui pénétrèrent dans Monastir.

A cette date, elle reprit de nouveau sur toute la ligne. Les Serbes firent tomber l'une après l'autre les défenses ennemies. Ils enlevèrent d'abord les hauteurs de Tchouk qui dominent, sur la rive gauche, la branche orientale de la boucle de la Cerna. Les Bulgares étaient établis avec force canons et mitrailleuses sur les pentes d'une série de collines rocailleuses qui paraissaient inaccessibles. Après une préparation d'artillerie qui dura quatre heures et causa de lourdes pertes à l'ennemi, — les éclats de pierre des parapets multipliant les blessures des gros obus chargés d'explosifs — l'infanterie serbe s'élança. Les Bulgares luttèrent avec opiniâtreté jusqu'à la chute du jour, puis ils fléchirent, et, finalement, prirent la fuite. 800 d'entre eux, y compris 9 officiers, dont

un lieutenant-colonel, restèrent aux mains des Serbes, qui capturèrent en outre 7 canons, 7 obusiers et 9 mitrailleuses. Nos intrépides alliés, progressant sur l'autre pente, dépassèrent le village de Polog, mais de violentes contre-attaques ennemies, fournies par le 42e poméranien, régiment d'élite, le 146e d'infanterie, les 11e, 12e et 53e bataillons de chasseurs allemands, les contraignirent à revenir dans ce village, où ils se maintinrent, en avant de toute la chaîne montagneuse qu'ils avaient conquise. Les Serbes attaquèrent ensuite le reste des lignes bulgaro-allemandes qui flanquaient, à l'est, comme autant de bastions, la place de Monastir. Le 13 après quatre assauts successifs, ils s'emparèrent de Cegel, que défendirent les Allemands; les villages de Baldenci, Negotin et le monastère de Jaratok tombèrent aux mains du centre et de la droite, pendant que la troisième armée serbe commençait à s'accrocher aux premières pentes de la cote 1212. Le total des prisonniers, officiers et soldats, faits en cinq jours dépassait 3.200, dont 600 Allemands.



NOTRE OBJECTIF AU NORD DE MONASTIR

Mais, au centre, les lignes de Kenali tenaient toujours, conservant encore toute leur valeur. Le 14 novembre, une attaque générale fut décidée, après une préparation d'artillerie qui commença le 13 et dura vingt-quatre heures. Les Français et les Serbes s'avancèrent au nord de Veliselo jusqu'à Tepavci. Les Allemands et les Bulgares lancèrent de violentes contre-attaques, qui, toutes, furent repoussées et ne réussirent pas à enrayer l'avance de nos troupes. L'avance des Serbes sur la droite contraignit enfin l'ennemi à abandonner les lignes de Kenali et à s'enfuir vers le nord. Les troupes françaises arrivèrent jusqu'à la ligne du Viro, petit affluent de la Cerna, à 6 kilomètres au sud de Monastir.

Cependant, les Germano-Bulgares croyaient encore pouvoir conserver Monastir. Sur les hauteurs, à l'est de la ville, ils s'étaient repliés sur la ligne Iven-Jaratok, depuis longtemps fortifiée, et qui se trouve exactement à la hauteur de la place menacée. Le général allemand Otto von Below, qui commandait dans tout ce secteur, multiplia les efforts pour conserver ces positions, dont il comprenait bien l'importance. Il contre-attaqua les Serbes avec la plus grande énergie, et, se plaçant lui-même à la tête d'un bataillon de chasseurs, réussit à reprendre, le 16, le village de Cegel. Ces nouvelles aussitôt télégraphiées à Berlin, donnèrent à croire que Monastir tiendrait et que les Alliés seraient repoussés. Mais au moment même où les journaux d'outre-Rhin annonçaient ces « bonnes nouvelles », on apprenait la chute de Monastir ! Il fallut alors déchanter.

C'est que les vaillantes troupes du voïvode Mitchitch et du général Leblois étaient décidées à ne pas s'arrêter avant d'avoir remporté la victoire définitive. Dans la journée du 17, elles firent un nouvel et suprême bond. Les divisions serbes de la Morava et du Danube, aidées par les Français, enlevèrent la cote 1212, au nord-est de Cegel, et, au prix d'efforts inouïs, elles parvinrent à y monter quelques pièces d'artillerie. La ligne Iven-Jaratok, la suprême défense ennemie, à l'est de Monastir, tombait tout entière. Sans plus attendre, les Serbes continuaient d'ailleurs à s'avancer vers le nord et attaquaient la cote 1378. Pendant ce temps, à la gauche, les Russes enlevaient Porodin et Zabjani, puis se portaient résolument sur Holoven et la ligne de la Bistritza, la dernière coupure qui protège Monastir du côté du sud. Les Français, de leur côté, franchissaient le Viro avec de l'eau jusqu'à la poitrine. Un fort détachement italien, venu de

GÉNÉRAL PETTITI

Commandant les forces italiennes qui combattent en Macédoine.

Koritza, flanquant le mouvement allié à la gauche, déblayait les hauteurs de la rive orientale du lac Prespa. De tous côtés, les lignes ennemies étaient bientôt enfoncées ou débordées. La bataille était désormais gagnée.

GÉNÉRAL MITCHITCH
Commandaut en chef des forces serbes réorganisées.

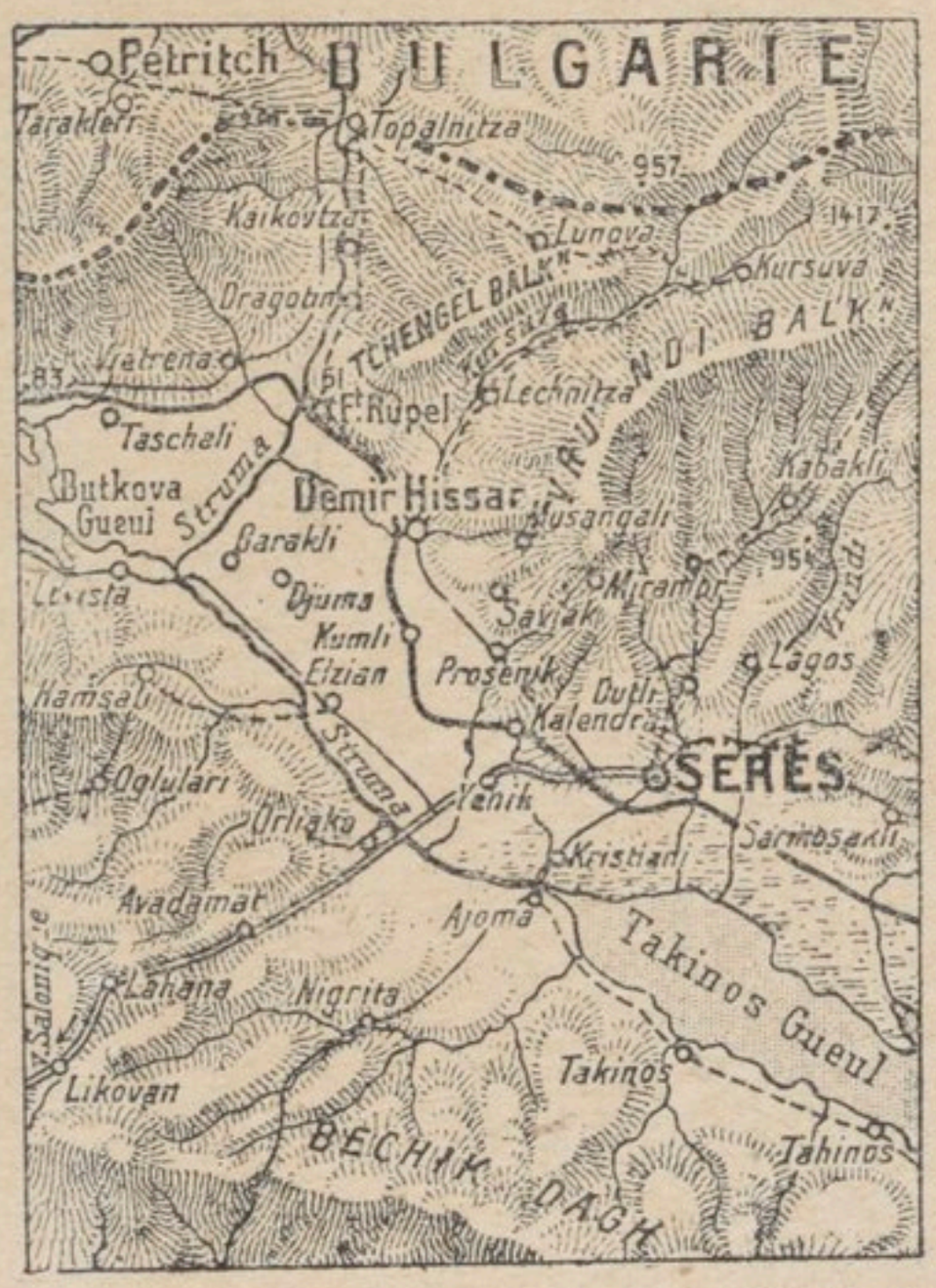
Les Serbes, poursuivant leur succès, accélérant la déroute germano-bulgare enlevaient, le 18, la cote 1378. Le 18 au soir, une de leurs divisions de droite, progressant le long de la branche orientale de la Cerna, atteignait Granista, au nord d'Iven, menaçant directement la route de Prilep, c'est-à-dire la ligne de retraite de l'ennemi. La même nuit, Jaratok tombait aux mains des Franco-Serbes. Le 19, au point du jour, les Serbes chassaient l'ennemi de Makovo. Monastir, complètement débordée à l'est, n'était plus guère défendable.

Le 19 novembre, on apprit que les Bulgares et les Allemands, ayant pendant la nuit évacué la ville de Monastir, se retiraient précipitamment au nord, dans la direction de Prilep. A 8 h. 30 du matin, un régiment de chasseurs à cheval français faisait son entrée dans la ville, précédant une colonne d'infanterie franco-russe. Quelques instants après, les Serbes pénétraient à leur tour dans la première de leurs cités libérées !

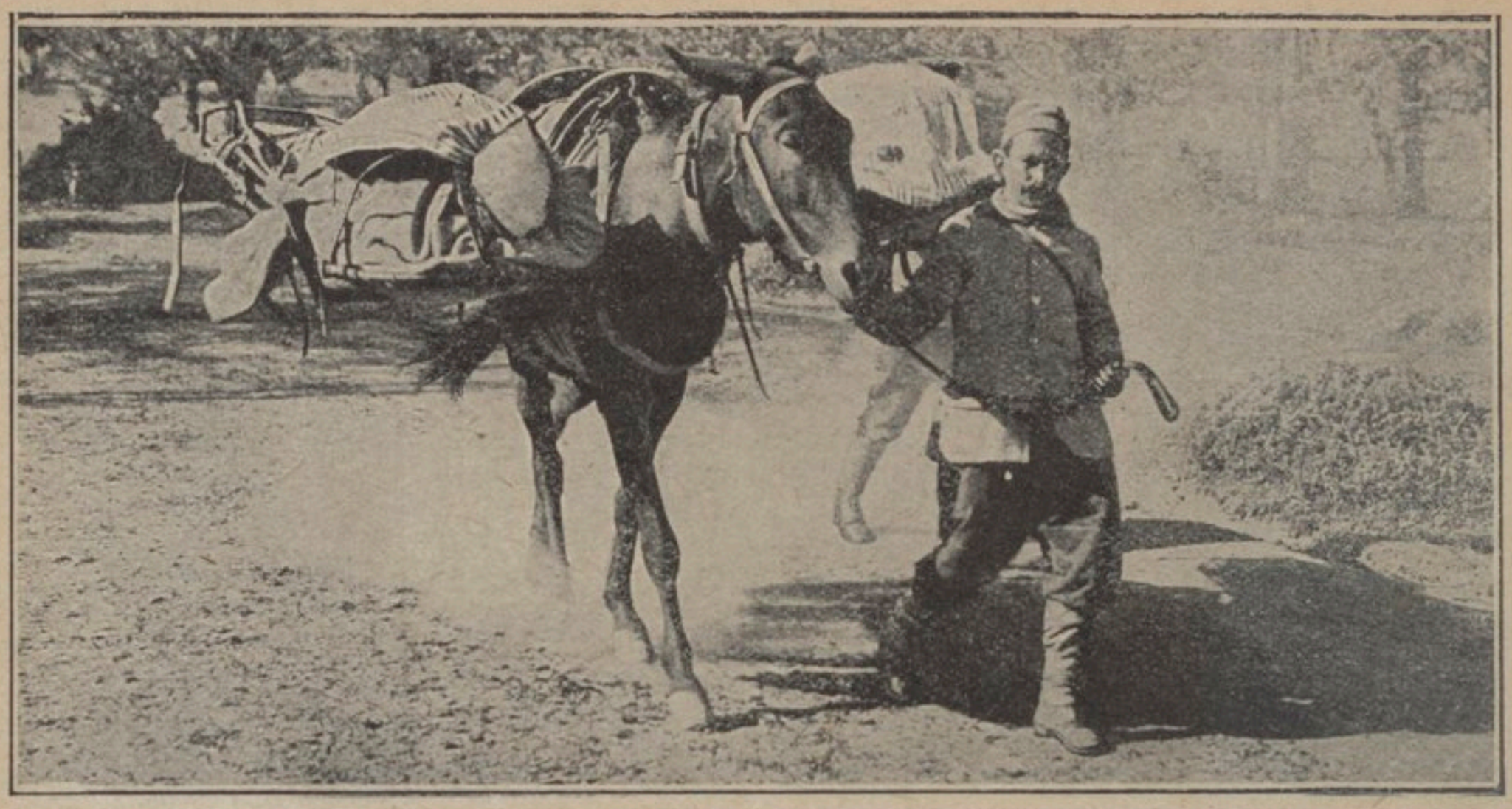
Les troupes alliées victorieuses poussaient immédiatement au nord de Monastir, s'emparaient successivement de la cote 821, du village de Kerklina et parvenaient aux abords de Karaman et d'Orizani. Elles trouvèrent les arrière-gardes ennemies juchées, avec une puissante artillerie, sur une forte position : une ligne de hauteurs qui s'étend de Snegovo à environ 5 kilomètres au nord de la ville, jusqu'à la cote 1050, au sud-ouest de Makovo. Les Italiens progressèrent sur la rive orientale du lac Prespa, entrant à Krani pendant qu'un détachement français, nettoyant la rive occidentale, atteignait Notesovo, presque à l'extrémité nord du lac. La lutte se poursuivit dans des conditions très dures. Les Bulgaro-Allemands avaient reçu des renforts considérables, — arrivés trop tard pour empêcher la perte de Monastir, à temps pour tenter de nous interdire d'en déboucher. L'ennemi tenait encore la ville sous le feu de ses canons. Il fallut enlever ses positions une à une. Le 21 novembre, les troupes françaises capturaient dans un brillant assaut le village de Dobromir, à 12 kilomètres au nord de Monastir, près de la Cerna, tandis que les Serbes s'emparaient de Paralovo, à 6 kilomètres à l'est de Dobromir. Enfin, le 27, les zouaves, qui marchaient avec les troupes serbes, escaladaient les hauteurs de la cote 1050, un peu au nord de Paralovo. Le point d'appui de la gauche ennemie tombait, et malgré toutes les furieuses contre-attaques, restait entre nos mains.

GÉNÉRAL BOIOVITCH
Le nouveau chef d'état-major général de l'armée serbe.

Telle était la situation à la fin de novembre. L'armée Sarrail se trouvait en excellente position pour poursuivre l'offensive. Elle demandait cependant des renforts, d'autant plus urgents que l'ennemi, de son



RAYON D'ACTION DES TROUPES ANGLAISES



ÉVACUATION DES BLESSÉS SERBES DES CHAMPS DE BATAILLE DE MONASTIR

côté, en avait reçu d'extrèmement sérieux.

Pendant ce temps, dans le secteur de la Strouma, les troupes britanniques ne restaient pas inactives; elles harcelaient l'ennemi sans relâche pour l'empêcher de se déplacer vers l'ouest et obtenaient ça et la quelques succès.

Les Italiens vont de Valona à Monastir

On vient de voir que les communications créées par l'état-major italien à travers l'Albanie du sud et de l'est, avaient permis l'envoi sous Monastir d'importants renforts qui, partis de Koritza, arrivèrent à temps pour prendre part à la bataille du 10-19 novembre et balayèrent les éléments ennemis qui occupaient encore les hautes régions de la rive orientale du lac Prespa.

Le passage de ce détachement est un fait digne du plus vif intérêt. Il montre que les Alliés sont assez maîtres de l'Albanie pour communiquer librement, par elle, avec la mer Ionienne et l'Adriatique. Les Turcs avaient, quelque temps avant la première guerre balkanique, construit une route dans cette sauvage région. Partant de Santi-Quaranta, petit port situé au nord de Corfou, cette voie s'avance dans l'intérieur jusqu'à la vallée du Dryno, passant à Delvino et Argyrokastro, de là, atteignant Herzeka, dans la vallée de la Vojussa. Telle est la voie que le corps italien, débarqué à Santi-Quaranta, a suivie pour atteindre Monastir. La vallée de la Vojussa avait été précédemment occupée par des troupes parties de Valona.

CHAMP D'OPÉRATION DES FORCES ITALIENNES

Il est permis de croire que les Italiens pourront, par cette route, renforcer sérieusement l'armée d'Orient. Le général Pettiti, qui commande en chef les forces italiennes de cette armée, s'est transporté avec son état-major à Monastir. Il y a été légèrement blessé le 30 novembre par un éclat d'obus.

LA GUERRE AÉRIENNE SE POURSUIT SANS TRÊVE NI RÉPIT

On aurait pu croire que les Allemands, déconcertés par les multiples insuccès de leurs expéditions contre l'Angleterre, n'auraient pas cherché à renouveler leurs attaques aériennes au moyen des zeppelins. Ils ne se sont pas tenus pour battus, et, dans les derniers jours de novembre, ainsi qu'on le verra plus loin, ils se sont livrés à une nouvelle attaque de la côte orientale de la Grande-Bretagne. Mal leur en a pris, car, dans cette nouvelle expédition, ils ont encore perdu deux grands dirigeables.

Contre nous, en dehors des combats du front, où nous conservons quotidiennement la supériorité, on ne peut mentionner que trois ou quatre attaques sur Nancy, Lunéville, Belfort et Amiens. A l'exception de celle qui eut lieu sur cette dernière ville, où il y eut une dizaine de morts et environ trente blessés dans la population civile, ces expéditions ne causèrent que des dégâts matériels à peu près insignifiants.

NORMAN PRINCE

Aviateur de l'escadrille américaine, mort des suites de blessures.

Les Allemands prirent leur revanche ailleurs. La ville ouverte de Bucarest, où la défense aérienne n'avait pas été organisée, leur parut un but plus commode. Leurs avions et leurs zeppelins y firent de nombreuses visites, et le chiffre des victimes y a été relativement élevé. De même qu'ils l'avaient fait autrefois à Anvers, ne se contentant pas de s'attaquer, à l'exemple de nos aviateurs, aux installations militaires, les Allemands cherchèrent à détruire la demeure royale. Dans les campagnes roumaines, où les populations ignorent tout de la guerre des airs, leurs aviateurs ont pris un cruel plaisir à survoler les villages et les simples bourgs et à mitrailler les habitants.

Ce sont partout et toujours les mêmes méthodes sauvages, qui entreront lourdement en compte, à l'heure du règlement définitif. On les retrouve, au surplus, chez les Autrichiens. Rarement, leurs expéditions aériennes ont pour objectif des travaux de guerre, des casernes, des parcs; c'est contre des villes ouvertes, sur les monuments publics, sur les œuvres d'art qu'ils dirigent leurs coups, ainsi que contre les populations civiles. Un de leurs exploits les plus odieux a été le meurtre, à Padoue, d'une centaine de femmes, de jeunes filles et d'enfants, éventrés par des bombes.

Quant aux attaques allemandes contre les Russes, elles paraissent avoir été assez rares. Il ne faut pas oublier de retenir la destruction par nos alliés, vers le 15 novembre, aux environs de Wasarny, d'un énorme zeppelin; les vingt-six hommes qui étaient à bord furent faits prisonniers, et les Russes capturèrent, en outre, trois canons, deux mitrailleuses, et près de 300 kilogrammes de bombes.

Si nous examinons maintenant l'activité de l'aviation franco-anglaise, nous constatons qu'elle ne s'est ralentie à aucun moment. Les communiqués de nos alliés relèvent presque quotidiennement des

G. FLACHAIRE

Dans la journée du 23 novembre il abattait son sixième avion ennemi.

P. D'AMÉCOURT

Tué le 26 septembre 1916 au cours d'un émouvant combat aérien.

combats heureux et il en est de même de notre côté. La supériorité apparaît si nettement chez nous, elle a eu pour résultat d'anihiler si complètement le service des reconnaissances aériennes allemandes, que le kaiser lui-même s'en est ému. Il a, paraît-il, donné des ordres pour la construction d'un nombre considérable de nouveaux appareils, mais il est certain que depuis longtemps des mesures furent prises en France afin que l'avantage gagné ne soit pas perdu.

Une rapide nomenclature permettra d'apprécier le magnifique effort de nos hardis pilotes. Dans la seule journée du 11 octobre, ils ne livrèrent pas moins de soixante-treize combats aériens au cours desquels une dizaine d'appareils ennemis furent détruits; l'un d'eux le fut par Dorme : c'était son treizième, et, cinq jours plus tard, il abattait son quatorzième. Nous parlerons plus loin, d'ailleurs, des exploits particuliers de nos « as » en y joignant quelques renseignements sur chacun d'eux.

CAPITAINE BŒLKE
Le roi des « as » allemands; il s'est tué accidentellement le 29 octobre 1916.

Le 20 octobre, nous abattions sept avions allemands. Dans la nuit de ce jour, les gares de Chauny et de Noyon, les terrains d'aviation de Matigny, les cantonnements et bivouacs de Nesle-Ham, recevaient 130 gros obus, pendant qu'on détruisait ailleurs un important nœud de chemins de fer. La nuit suivante — du 21 au 22, — soit sur les gares voisines de Metz, soit sur celles de Tergnier, Saint-Quentin, etc., nos escadrilles laissaient tomber 374 projectiles de gros calibre. Les hauts fourneaux de Hagondange et de Bussingen, au nord de Metz, ainsi que les gares de Thionville, de Metz-Sablons et de Longwy, ne recevaient pas moins de 4.200 kilos de projectiles le 23 octobre. Durant la nuit, les usines de Rombach, déjà bombardées à plusieurs reprises, l'avaient été de nouveau copieusement.

Mentionnons le lancement de 348 obus, dans la nuit du 26 au 27 octobre, sur les gares de Conflans, de Courcelles, de Challerange, de Grandpré, et sur les bivouacs d'Avricourt.

ADJUDANT LENOIR
Cet excellent pilote a disparu dans la première semaine de novembre : tué ou prisonnier.

Le mois de novembre s'ouvrait par des victoires des aviateurs Tarascon et Sayaret, et, en Alsace, un de nos pilotes ne craignait pas d'attaquer quatre appareils ennemis; il abattait l'un d'eux près d'Altkirch, et les autres prenaient la fuite. Peu de temps après, dans la nuit du 6 au 7, huit de nos avions de bombardement lançaient 1.200 kilos de projectiles sur l'aérodrome de Frescati, près de Metz, et une quantité égale sur la gare militaire allemande de Chambley, le tout avec un plein succès.

Le 8, nous abattions dix appareils ennemis au cours de 77 combats, et nous lancions un millier de bombes sur les hauts fourneaux d'Algrange, les gares de Lens et de Vouziers et les hangars de Frescaty. Dans cette même journée, une bataille aérienne surprenante avait lieu sur le front britannique, où trente avions anglais attaquaient quarante aéroplanes allemands et réussissaient à les mettre en fuite.

Les gros bombardements se succèdent d'une manière continue : dans la nuit du 9 au 10, les gares, bivouacs et parcs ennemis du front de la Somme reçoivent plus de 2.200 kilos de projectiles; dans la journée du 10, dix-sept avions anglais lancent plus de 1.000 kilogrammes de projectiles sur les bâtiments des usines de Folklingen au nord-ouest de Saarbruck, et, la nuit suivante, huit de nos appareils recommencent, avec 1.600 kilogrammes de projectiles, le bombardement des mêmes établissements, où l'on voit se déclarer plusieurs grands incendies.

Le 15 novembre, des escadrilles d'aéroplanes et d'hydroplanes du service naval britannique bombardaient efficacement les ports et abris sous-marins d'Ostende et de Zeebrugge, parvenant aussi à incendier un vaste dépôt de pétrole. Les mêmes appareils renouvelaient cette attaque avec un égal succès dans la matinée du 17, tandis que nous lancions 157 obus sur les parcs d'aviation ennemis de Golancourt et de Grisolles, et que nos appareils détruisaient sept avions, parmi lesquels figurait le huitième de Tarascon. La veille, Dorme avait abattu son seizième : le 4 décembre, ce vaillant pilote descendait son dix-septième avion ennemi.

Quelques deuils sont venus assombrir, par malheur, ces pages de gloire. Nous avons déjà signalé la mort des héroïques Baron et de Rochefort. Il faut joindre à leurs noms

TARASCON

Il descendait son dixième appareil allemand le 17 novembre 1916.

celui de l'aviateur Ponton d'Amécourt, tué le 26 septembre ; du vaillant Lenoir, disparu, et sur le sort duquel on a le droit de conserver un peu d'espérance; et du brave volontaire américain Norman Prince un des plus remarquables et des plus énergiques, parmi tous ces magnifiques héros de l'air.

Du côté de nos ennemis, la perte la plus sensible fut celle de leur célèbre aviateur Boelke, le « super-faucon », qui en était à sa quarantième victoire, et dont le seul rival avait été le lieutenant Immelmann, tué en juin dernier par un aviateur anglais. Honoré d'une lettre autographe du kaiser, décoré de l'ordre *Pour le mérite*, Boelke était infiniment populaire en Allemagne. Il trouva la mort à l'est de Cambrai, dans une collision avec un de ses camarades.

A son sujet, il importe de faire remarquer que les citations allemandes ne visent pas uniquement les avions descendus, mais aussi ceux qui durent battre en retraite, afin d'éviter la chute, alors que nous ne citons nos aviateurs que pour les appareils détruits.

C'est ainsi que Nungesser abattait, le 4 décembre, son vingtième avion. Deulin en est à son dixième, Guynemer à son vingt-troisième.

Plusieurs noms nouveaux se sont ajoutés, durant ces dernières semaines, à ceux de nos « as » les plus connus. Nous signalerons le maréchal des logis Flachaire, déjà cité pour avoir contraint par ses habiles manœuvres, n'ayant ni essence ni munitions, un appareil ennemi à prendre terre dans nos lignes. Victor Sayaret, dessinateur à Annonay au moment de la mobilisation, est devenu rapidement un de nos meilleurs combattants, renommé pour sa présence d'esprit et son sang-froid; Heurteaux, de qui nous avons déjà parlé, poursuivant le cours de ses audacieux exploits, abattait son treizième avion le 14 novembre. Le 4 novembre, Sauvage était cité pour son sixième appareil ; c'est, croyons-nous, le plus jeune de nos aviateurs : il est né à Villefranche-sur-Saône (Rhône) le 15 février 1897.

SAYARET

Il a détruit jusqu'à ce jour, dans des combats aériens, cinq aviatiks.

Le communiqué indiquait le lieutenant Bonnefoy comme ayant abattu son cinquième avion le 4 novembre ; cet aviateur, qui a livré seize combats en un mois, avait été cité quatre fois pour ses belles actions, qui lui valurent la médaille militaire en septembre dernier. C'est également la médaille militaire qui a été donnée à Carpentier, le boxeur émérite, devenu un de nos plus braves pilotes. Nous parlions tout à l'heure de la mort de Boelke ; rappelons que notre aviateur Tarascon, qui en est maintenant à son dixième appareil détruit, soutint le 1er août un combat de quinze minutes contre l'Allemand, qui finit par s'éloigner en le saluant de la main. « C'est, a déclaré Tarascon, le seul aviateur boche qu'il m'ait été donné de rencontrer faisant aussi bien face à l'ennemi. »

N'oublions pas le sous-lieutenant Loste, entré dans l'aviation en 1915 comme simple soldat, et qui dut ses grades à de multiples actes de bravoure. Le maréchal des logis

SOUS-LIEUTENt LOSTE

Au 16 novembre 1916, il avait abattu en flammes son cinquième avion.

GEORGES CARPENTIER

Pilote émérite, notre grand champion de boxe a obtenu la médaille militaire.

Viallet, également cité à la suite de sa cinquième victoire, était réformé, libre de toute obligation, mais il parvint à se faire accepter comme mitrailleur à bord d'un avion. Le 4 décembre, il abattait près d'Arras, son septième appareil.

Enfin, nous dirons un mot du tout jeune caporal Danzgier, à qui, le 24 novembre, à l'ambulance de la Fédération nationale des sociétés de préparation militaire, le général Lavergne a remis la médaille militaire et la croix de guerre avec palme. C'est ce jeune homme de vingt-deux ans, engagé volontaire peu de temps avant la guerre, combattant de Charleroi et de la Marne, qui accompagnait le regretté Baron lors du raid de bombardement des usines de Mannheim (Gd duché de Bade).

Ce résumé des principaux faits de la guerre aérienne durant les mois d'octobre et de novembre ne serait pas complet si nous passions sous silence le splendide exploit du capitaine de Beauchamps qui, le 17 novembre, ayant pris l'air à 8 heures du matin, se dirigea sur Munich où, arrivé à midi, il lança plusieurs bombes sur la gare, en représailles des bombardements effectués par l'ennemi sur la ville ouverte d'Amiens. Sa tâche accomplie, l'aviateur français se dirigea vers les Alpes, les survola, et vint prendre terre à 20 kilomètres de Venise, ayant accompli un trajet de 700 kilomètres. C'était sa deuxième expédition sensationnelle. Précédemment, dans la nuit du 23 au 24 septembre, en compagnie du lieutenant Daucourt, qui montait un autre appareil, il était allé jeter douze bombes sur les usines Krupp, à Essen, effectuant un parcours de 800 kilomètres. Né à Senlis, en 1887, Robert de Beauchamps, de qui les reconnaissances multiples sur de grandes profondeurs du front ennemi ne se comptent plus, est un officier d'une bravoure froide et réfléchie, ne laissant rien au hasard, et qui, malgré les brillantes citations dont il a été l'objet, a toujours fait preuve d'une admirable modestie.

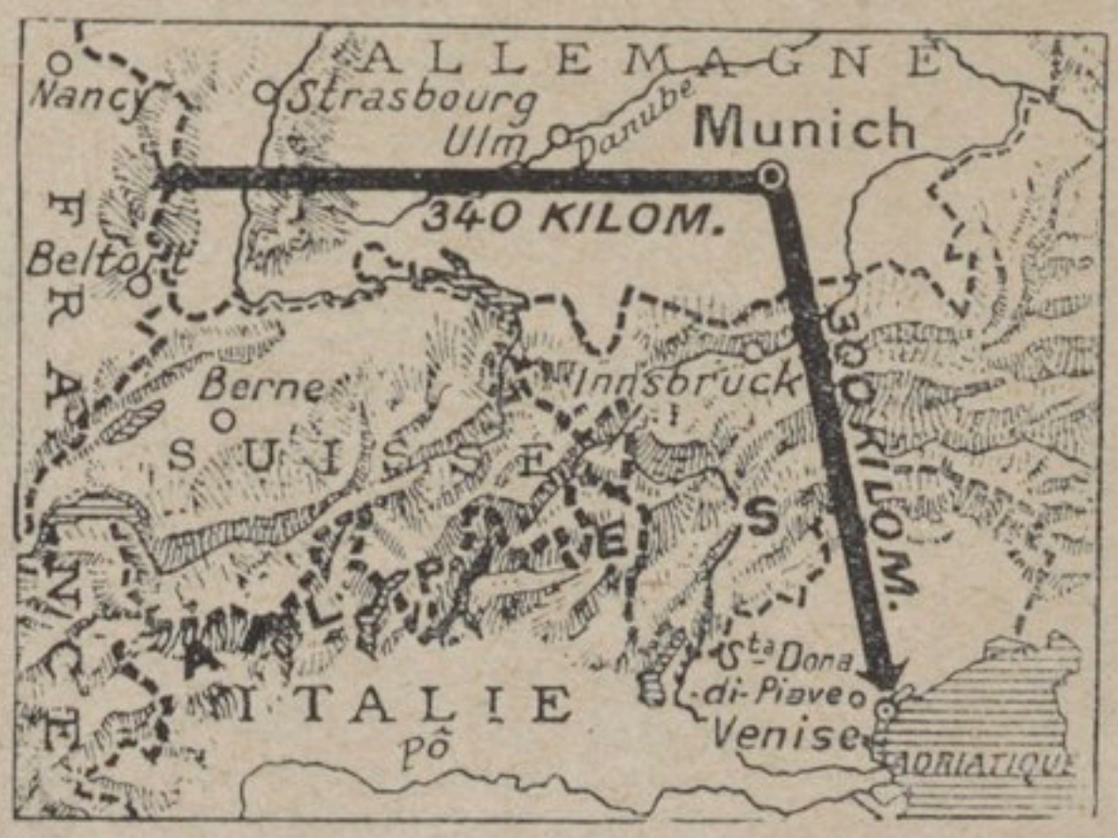
La place nous fait défaut pour exposer, avant de terminer, de très nombreux incidents de cette terrible guerre des airs, où les chances de mort sont toujours présentes. Cependant, il serait injuste de ne pas dire un mot du bombardement des usines Mauser, d'Oberndorf, exécuté par un groupe franco-britannique de quarante avions, qui lancèrent sur ces établissements 4.340 kilogrammes de projectiles. Dans le combat qui s'engagea entre les avions alliés et les appareils de défense allemands, six de ces derniers furent abattus. L'un d'entre eux tomba sous les coups de l'aviateur américain Lufbery, engagé volontaire dans nos escadrilles. C'était le cinquième avion qu'il détruisait. La citation accompagnant la remise qui lui fut faite, de la médaille militaire, le 16 août dernier, rappelait qu'il n'avait pas hésité, le 31 juillet, à attaquer seul un groupe de quatre appareils ennemis, abattant l'un et chassant les trois autres.

CAPne DE BEAUCHAMPS

La dernière photographie du valeureux pilote.

On pourrait multiplier ces exemples à l'infini. Tels qu'ils sont, ils suffisent à justifier l'admiration que nous éprouvons pour les aviateurs opérant sur les divers fronts.

Dans la soirée du 27 novembre, des zeppelins, dont le nombre n'a pu être déterminé, ont effectué sur la côte orientale anglaise un quarante et unième raid ; quelques-uns ont même poussé dans l'intérieur des terres, jetant des bombes sur des villes qui n'ont point été mentionnées dans les communiqués britanniques. Comme la précédente, cette expédition aérienne a coûté cher aux Allemands : deux zeppelins ont été abattus et sont tombés en flammes dans la mer, l'un au large de la côte de Durham, l'autre, également, au large de la côte Est — l'endroit n'a pas été précisé. Le lendemain, pour se venger de cet échec, les Allemands ont envoyé un aéroplane survoler Londres, où il jeta quelques bombes qui n'occasionnèrent que des dégâts insignifiants. C'est sans doute cet appareil qui a été capturé le jour même près de Dunkerque, où une panne d'essence l'avait forcé à atterrir.

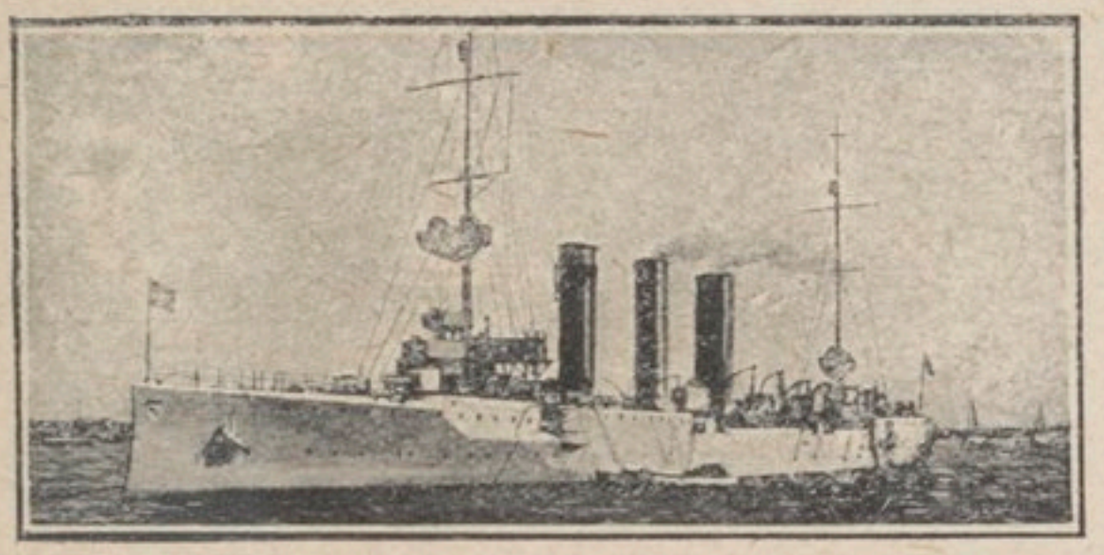


L'ITINÉRAIRE DU CAPITAINE DE BEAUCHAMPS

LES ALLEMANDS SONT BATTUS SUR MER MAIS, EN REVANCHE, ILS TORPILLENT

Si l'on en devait juger par les manifestations bruyantes de quelques groupes allemands, on pourrait supposer que la guerre navale, particulièrement dans sa partie sous-marine, a pris une soudaine activité. En fait, il n'en est rien, et l'espèce d'accalmie que nous avions à signaler dans notre précédent exposé, s'est perpétuée pendant la période octobre-novembre.

Le nombre des bateaux de commerce de toutes les nationalités coulés par les sous-marins ennemis a été assez élevé, mais quand on vient à le comparer à celui des navires neutres ou alliés couvrant les mers, on mesure sans peine l'inanité de cette campagne, dont l'unique résultat aura été de rendre plus vive l'antipathie du monde entier à l'égard de l'Allemagne. C'est un échec d'autant plus lamentable qu'on avait annoncé avec plus de tapage le prochain triomphe de cette sauvage et inhumaine méthode de destruction.



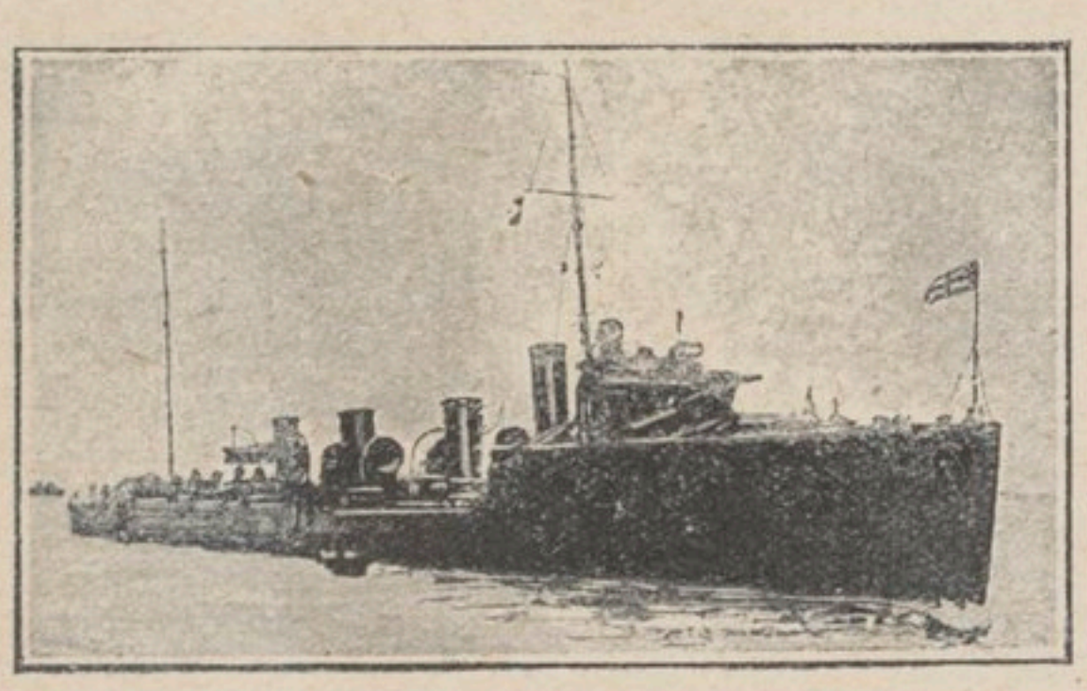
LE CROISEUR LÉGER ALLEMAND « MUNCHEN »

Torpillé dans la mer du Nord par un sous-marin anglais, le 18 octobre 1916.

Pas plus sur l'eau que dans les airs, la Germanie n'est parvenue à briser l'effort de l'Angleterre. Elle a pris sa revanche en s'attaquant à outrance aux navires des petits pays, et tout spécialement à la Norvège, qui n'a pas craint de vouloir défendre ses eaux territoriales contre les incursions des sous-marins ennemis, et cela à l'imitation de la Suède.

Les pertes subies par la Norvège, du fait de la piraterie allemande, ont été considérables ; mais c'est là, évidemment, un compte qui sera réglé plus tard, et, dans tous les cas, ces odieux procédés auront pour effet de creuser entre les peuples scandinaves et le gouvernement de Berlin un fossé que rien ne pourra combler, étant donné surtout qu'au lendemain de la guerre, l'Allemagne ne sera plus en situation de faire peur à qui que ce soit dans l'univers entier.

Peu d'actions importantes à signaler. Celle qui a fait le plus de bruit, et qui a même causé une espèce de surprise, a été l'attaque du service des transports britanniques dans le pas de Calais, par dix destroyers allemands, au cours de la nuit du 26 au 27 octobre. Cette tentative audacieuse fut loin de produire le résultat heureux que devaient en attendre ses auteurs. Les assaillants ne parvinrent à couler qu'un transport vide, le *Queen*, dont tout l'équipage fut sauvé. Un contre-torpilleur anglais, le *Flirt*, fut également perdu, et le destroyer *Nubian* reçut des avaries à la suite desquelles il coula.



LE CONTRE-TORPILLEUR ANGLAIS « NUBIAN »

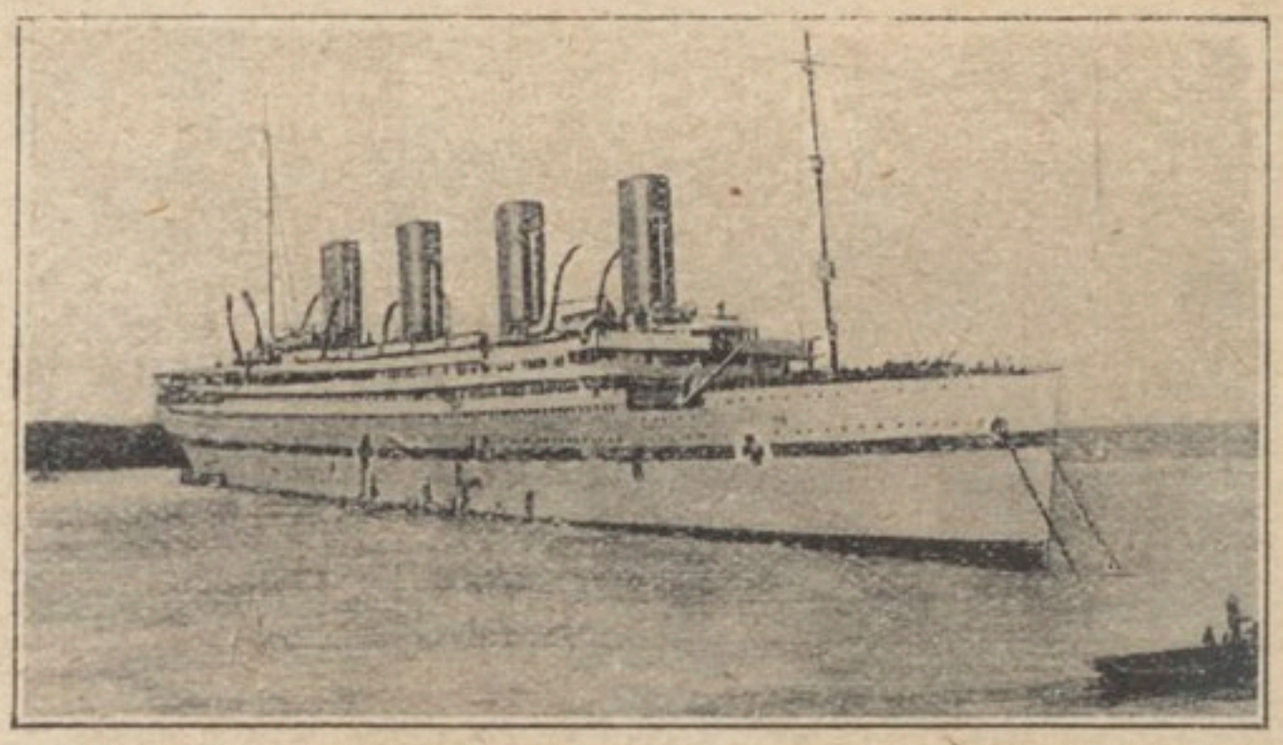
Torpillé par les Allemands, dans la Manche, dans la nuit du 26 au 27 octobre 1916.

Quant aux navires ennemis, très endommagés, ils prirent la fuite, à l'exception de deux d'entre eux, coulés sur place. Les fuyards, au retour, se vengèrent de leur mécompte en canonnant deux chalutiers français, dont l'un s'abima dans les flots. Par bonheur, on put sauver la plus grande partie de son équipage.

Les surprises navales des Allemands ne leur réussissent guère. On n'a pas oublié l'échec de leur fameuse sortie du Jutland, et l'on se souvient aussi du sanglant insuccès de leur tentative contre les ports russes. Ils ont

voulu renouveler cette expédition, et n'ont pas eu plus de bonheur. Dans la nuit du 10 au 11 novembre, une flottille de leurs torpilleurs modernes, d'une vitesse de trente-six nœuds, pénétra dans le golfe de Finlande sans avoir été découverte, grâce à l'épaisseur du brouillard, particulièrement intense.

Il en résulta que, durant plusieurs minutes, les navires allemands purent lancer une centaine d'obus sur Port-Baltique. Les effets de ce bombardement furent de peu d'importance. Il y eut en tout douze victimes, dont sept tués, et quelques bâtisses furent endommagées. Ceci fait, les torpilleurs se hâtèrent de s'éloigner, mais les Russes ne perdirent pas de temps, les poursuivirent avec vigueur et coulèrent la plupart d'entre eux à coups de canon.



LE PAQUEBOT-HOPITAL ANGLAIS « BRITANNIC »
Torpillé par les Allemands, dans la mer Egée, le 21 novembre 1916.

Tels furent les deux événements les plus importants des deux derniers mois. Nous y joindrons quelques autres faits. A la fin de la première quinzaine d'octobre, l'ennemi coula le transatlantique *Alaunia*, dont les passagers furent sauvés, ainsi que presque tout l'équipage ; un peu plus tard, ce fut le tour du vapeur anglais *Marina*, ayant à bord quelques Américains ; puis un sous-marin allemand détruisit le vapeur grec *Angheliki*, causant la mort d'une cinquantaine de volontaires, dont les obsèques furent accompagnées d'une imposante manifestation antigermanique. Le 28 octobre, le vapeur *Lanao* était coulé au large des côtes anglaises ; ce navire, d'origine américaine, avait été vendu à un armateur norvégien trois mois auparavant. Le 10 novembre, coulage du vapeur américain *Columbia* en Méditerranée. Le 21 novembre, revenant aux plus sauvages procédés, un sous-marin allemand coulait dans la mer Egée, sans pouvoir se méprendre sur le caractère du bateau attaqué, le navire-hôpital anglais *Britannic*, à bord duquel se trouvaient près d'un millier de malades et de blessés. Il y eut cinquante victimes. Quelques jours plus tard, un deuxième navire de ce genre était torpillé et coulé dans les mêmes parages.

Rien de semblable ne saurait être reproché aux alliés. Leur action demeure toute guerrière. C'est ainsi que le sous-marin russe *Tieulen* lutta pendant une heure, près du Bosphore, contre le transport turc *Rodosto*, commandé par des officiers allemands, s'en empara et le conduisit à Sébastopol. Un sous-marin anglais a torpillé avec succès, le 18 octobre, en mer du Nord, un croiseur léger allemand *Munchen*. Au cours de la journée du 5 novembre, un sous-marin britannique, croisant près des côtes du Danemark, lança des torpilles sur deux cuirassés allemands de la classe *Kaiser* et les atteignit. Dans un autre genre, mentionnons la belle défense que le paquebot *Medjerda*, faisant le service entre Marseille et l'Algérie, opposa, le 4 novembre, pendant plus d'une heure, à un sous-marin ennemi. Par des manœuvres habiles, le capitaine parvint à soustraire son navire au feu du submersible, qui lui envoya une quarantaine d'obus ; puis, quand il se vit à distance utile, il fit entrer en action son canon 75 d'arrière. L'effet fut immédiat. Le sous-marin plongea et disparut.

CAPITAINE KŒNIG
Commandt le « Deutschland »

Nous avons parlé en son temps du voyage du *Deutschland* aux Etats-Unis et de son retour en Europe. Ce navire a recommencé le même trajet, mais son arrivée n'a produit aucune sensation en Amérique. On s'y est beaucoup plus occupé de son départ, marqué par un accident. A peine venait-il de quitter le port, qu'il abordait et coulait un remorqueur, causant la mort de sept hommes. Il dut rentrer, afin de réparer ses propres avaries, et ne put repartir qu'après avoir consigné une somme de 87.000 dollars, à titre de caution.

Mentionnons, en terminant, l'attaque du port de Funchal (île de Madère), par deux sous-marins allemands, le 4 décembre. La canonnière française *Surprise*, le convoyeur *Kanguroo* et le vapeur *Dacia* furent coulés

LES APPAREILS DE MANŒUVRE ET DE MANUTENTION A BORD DES NAVIRES

par Jean LORENTEY

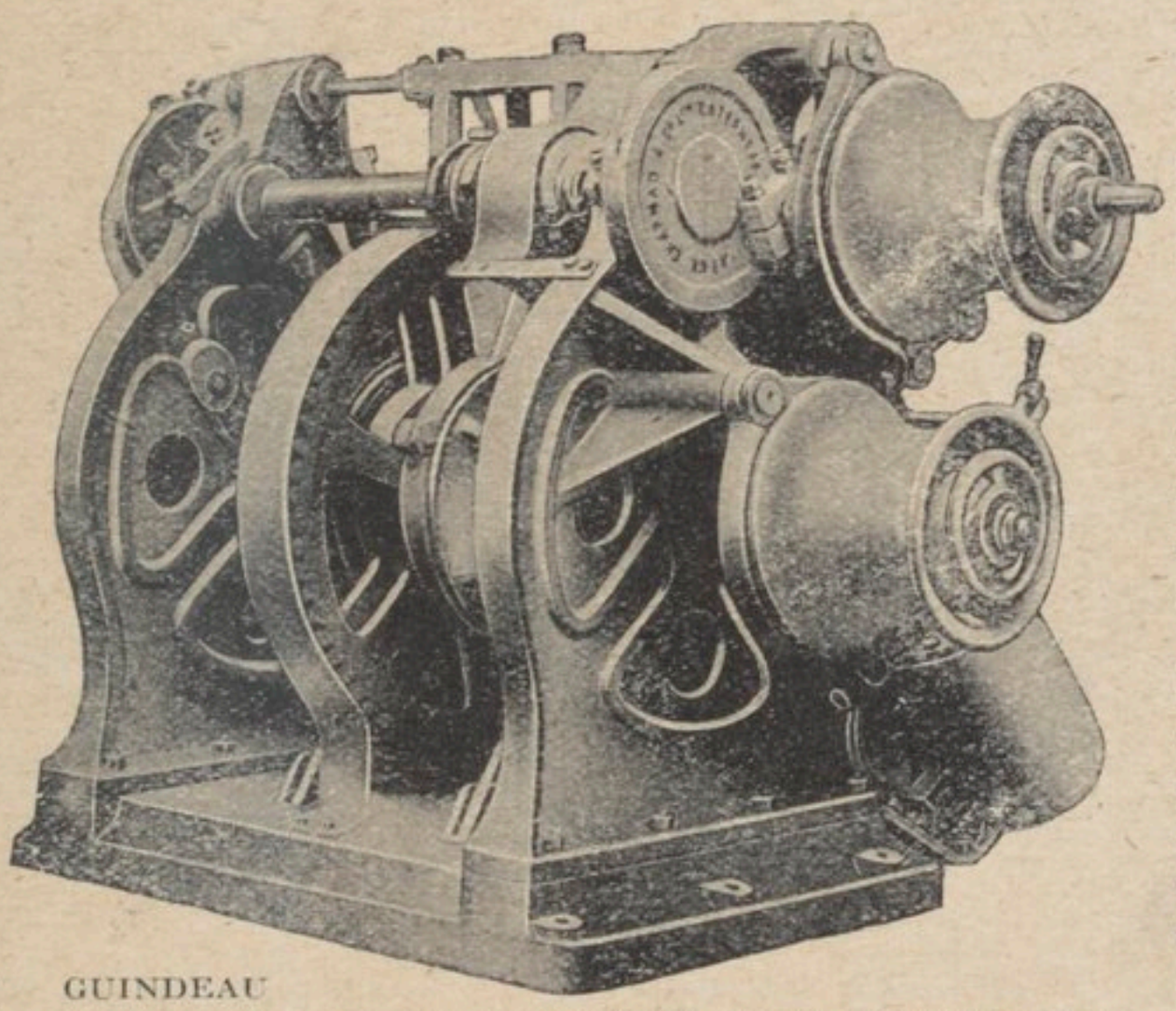
CAPITAINE DE LA MARINE MARCHANDE

On peut voir aujourd'hui, dans les musées spéciaux de marine, les anciens appareils en bois dont on se servait autrefois pour effectuer les manœuvres à bord des bâtiments à voiles. De nombreuses escouades de matelots étaient nécessaires pour mettre en mouvement les mécanismes compliqués destinés au levage des ancres ainsi qu'au touage et au déhalage des voiliers dans les ports de mer.

Le développement pris par la navigation à vapeur, ainsi que l'augmentation continue du tonnage des steamers à passagers et des cargo-boats, ont nécessité l'emploi d'appareils de manœuvre automoteurs de plus en plus puissants. Les ponts de certains navires modernes ressemblent à de véritables usines, car il n'est plus aucun appareil qui puisse être manœuvré à bras d'homme.

Les principaux engins de ce genre sont ceux qui sont destinés à la levée des ancres et à la manutention des colis à l'entrée et au sortir des cales. On emploie aussi des treuils mécaniques pour exécuter sans danger des virages qui pourraient donner lieu à des accidents plus ou moins graves si on essayait de les réaliser en se servant du gouvernail et des machines principales pour propulser et diriger un navire à son arrivée dans un bassin ou le long d'un quai.

La vapeur, l'électricité et, plus récemment, les moteurs à essence ont été tour à tour employés pour actionner les treuils de service que l'on appelle, suivant leur destination, des guindeaux, des cabestans, etc.



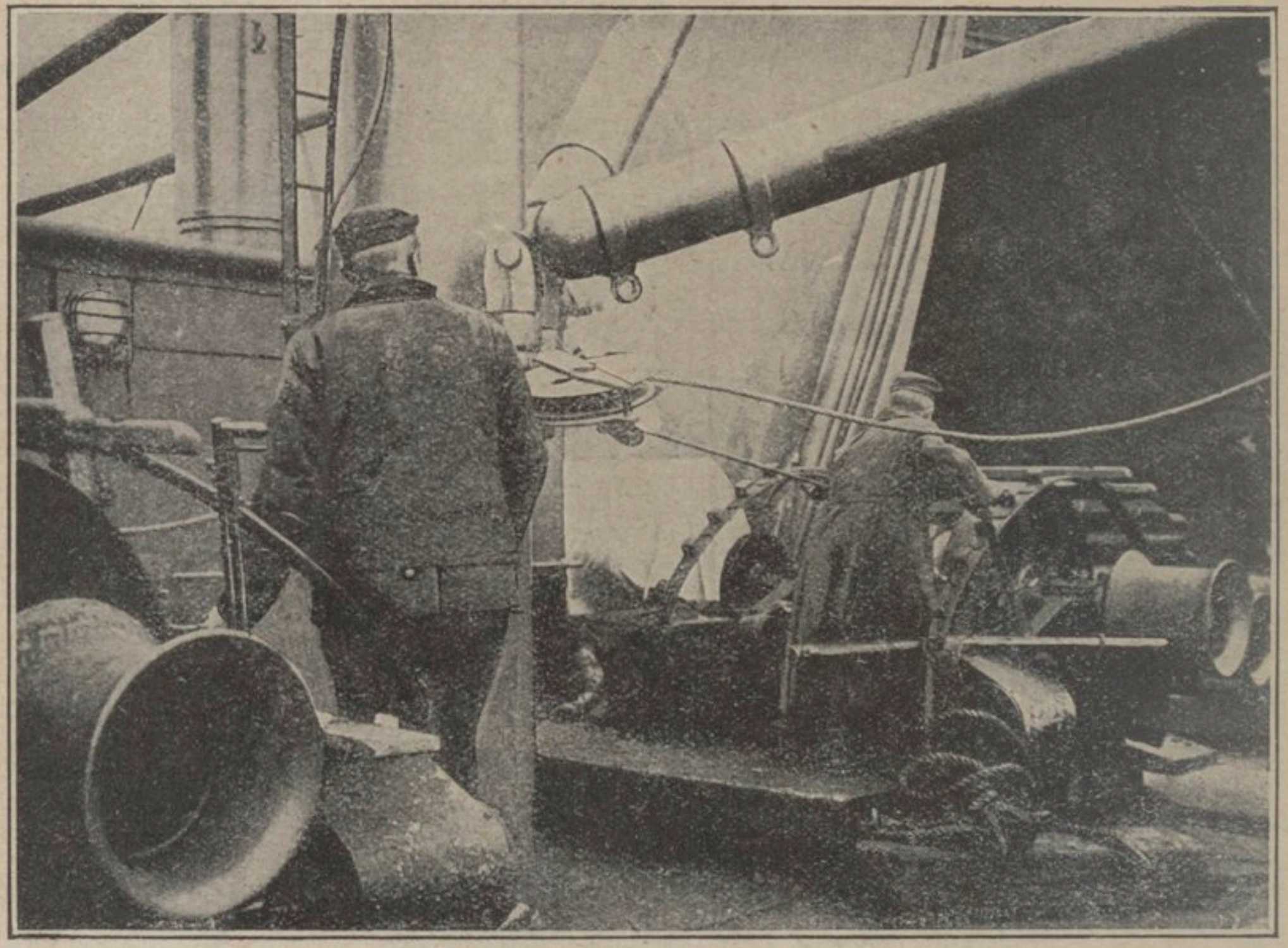
GUINDEAU
A VAPEUR A QUATRE POUPÉES TYPE « DIAGONAL »

Cet appareil est actionné par un moteur à vapeur formé de deux cylindres inclinés. Un puissant frein à friction sert à retenir les charges au-dessus du panneau, si besoin est.

La mise à flot de nombreux chalutiers à vapeur ou à moteur a donné un grand essor à la construction des treuils qui servent à bord de ces bâtiments au relevage des filets. Actuellement, ce ne sont plus des filets que les chalutiers ont à manœuvrer mais des appareils spéciaux combinés en vue du repêchage des torpilles et des mines sous-marines dans les mers infestées de pirates allemands.

En principe, un treuil à vapeur se compose de deux cylindres horizontaux, inclinés ou verticaux, qui attaquent un arbre à deux manivelles maintenu par de solides paliers et qui sert d'axe au tambour ou aux poupées sur lesquels s'enroulent les câbles et les filins de manœuvre. Souvent, la commande se fait, non pas directement par la bielle motrice, mais par l'intermédiaire de pignons et d'engrenages. La vapeur nécessaire à l'alimentation des treuils répartis sur les divers

ponts était autrefois fournie par les chaudières principales des navires. On a reconnu que cette manière de procéder offrait de nombreux inconvénients, dont le principal était de donner lieu à des condensations abondantes de la vapeur dans des conduites de grande longueur qu'il était difficile d'isoler suffisamment pour les maintenir à l'abri du froid. D'autre part, l'importance de la machinerie de manutention et des autres appareils auxiliaires du bord est devenue



MÉCANICIENS CONDUISANT LES TREUILS DE MANUTENTION D'UN CARGO-BOAT

telle dans la marine qu'il est impossible de songer à emprunter de la vapeur aux chaudières motrices, qui ne pourraient plus, dans ces conditions, alimenter les machines destinées à la propulsion des navires.

Pour résoudre cette difficulté, on installe souvent sur les pont de petites chaudières verticales à vaporisation rapide spécialement chargées de fournir la vapeur aux divers treuils, grues et cabestans.

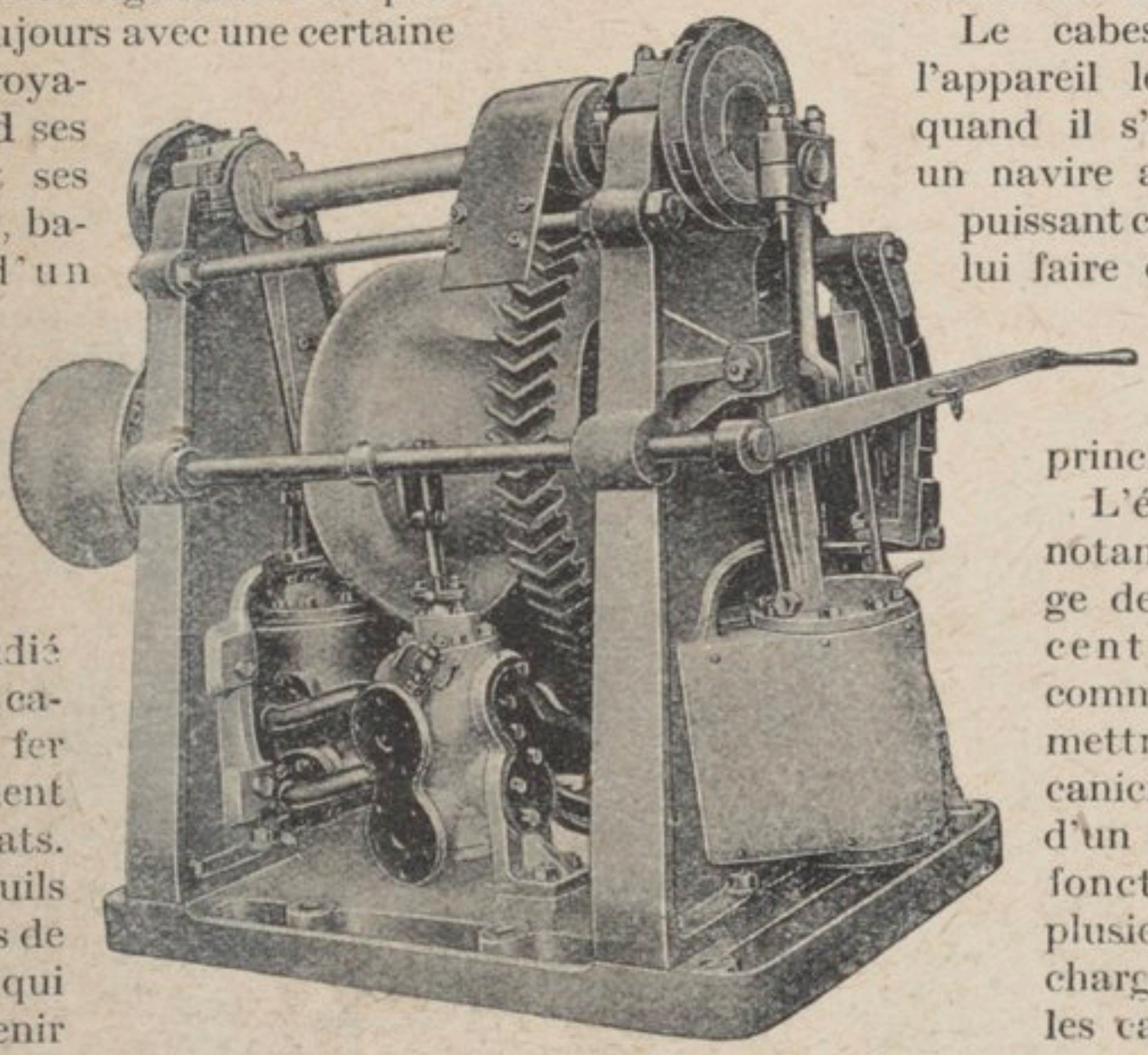
L'un des principaux organes d'un guindeau à vapeur est l'appareil de changement de marche qui est appelé à fonctionner constamment et qui, par conséquent, doit être excessivement robuste. On emploie généralement à cet effet une coulisse de changement de marche genre Stephenson ou autre, mais souvent, pour gagner de la place, on a recours à des appareils spéciaux munis de soupapes. Un homme, qui se tient debout devant le treuil, a la main droite posée sur un levier vertical, dit de changement de marche, analogue à celui des automobiles et qui se déplace le long d'un secteur à crans.

Les anciens appareils de manœuvre étaient exceptionnellement bruyants et donnaient lieu à des fuites de vapeur abondantes qui étaient une source de dépenses considérables et qui faisaient le désespoir des marins en salissant les ponts. La construction, aujourd'hui plus soignée, de ces moteurs à vapeur a permis de rendre les appareils modernes de manutention beaucoup plus silencieux et presque totalement étanches. Enfin, l'emploi de l'électricité est une solution radicale que l'on adopte particulièrement sur les paquebots à voyageurs où la plus méticuleuse propreté est sévèrement exigée.

Le treuil mécanique s'adapte à tous les besoins du bord en matière de manutention. Il sert à l'embarquement du charbon dans les soutes, à celui des vivres ou des colis et des marchandises destinées aux cales.

Pour charbonner un navire au moyen du treuil, on se sert soit de bennes, soit simplement de sacs serrés par un nœud coulant. Ce système de manutention n'étant pas très rapide, on ne peut l'employer que sur les petits cargos. A bord des grands steamers à passagers ou des navires à marchandises de fort tonnage, on préfère ménager, dans le bordé, des portes qui permettent d'introduire directement le combustible dans les soutes au sortir des chalands rangés le long du bord.

Pour les bagages, ce mode de manutention ne laisse pas que d'être également un peu primitif, et c'est toujours avec une certaine émotion que le voyageur suit du regard ses malles de luxe et ses sacs en cuir verni, balancés au bout d'un câble d'acier avant d'être déposés dans des soutes avec plus ou moins de précaution. Les compagnies de navigation ont étudié pour cet objet des cadres à bagages en fer et en bois qui donnent de meilleurs résultats. D'ailleurs, les treuils actuels sont munis de freins puissants qui permettent d'obtenir des manœuvres extrêmement douces.



TREUIL MIXTE TYPE « VERTICAL »

Ce treuil a été spécialement étudié en vue de réduire au minimum l'encombrement du pont. Il ne comporte qu'un seul engrenage à pignon, et la coulisse de changement de marche a été remplacée par une soupape.

Les guindeaux destinés au mouillage ou au relevage des ancres sont souvent d'une puissance exceptionnelle, étant donné les poids considérables qu'ils ont à soulever. Pour empêcher le glissement des chaînes le long des tambours sur lesquels elles s'enroulent, on est obligé de ménager, à la surface de ces derniers, des empreintes plus ou moins creuses appelées *barbotins* et dans lesquelles se logent exactement les maillons des chaînes.

Les ancres des paquebots transatlantiques ou des grands cuirassés pouvant peser environ 12.000 kilos, on voit quelle puissance doit atteindre un treuil de relevage pour pouvoir remonter, sans à-coups ni secousses, une ancre moderne avec sa chaîne.

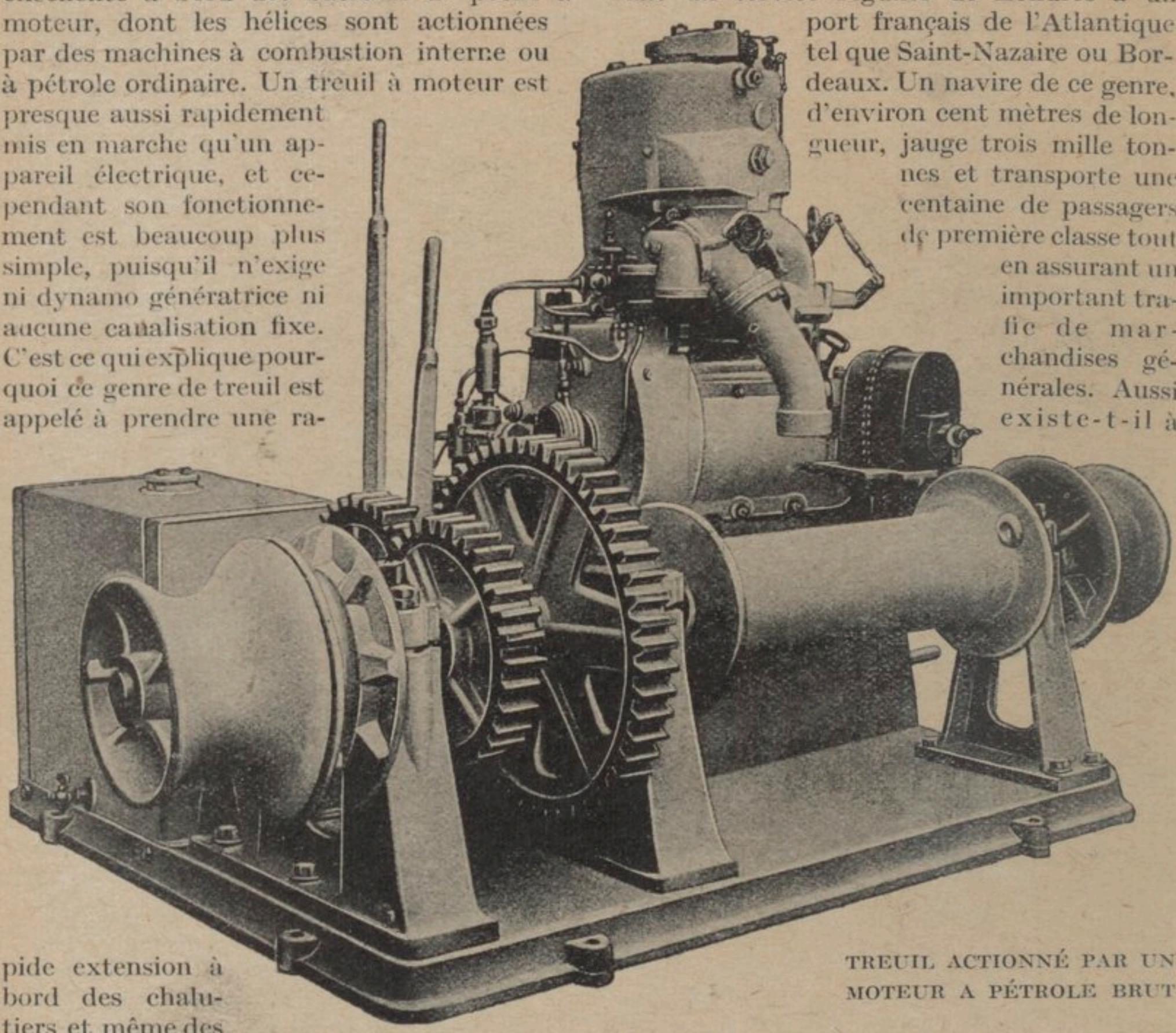
Le cabestan proprement dit se compose d'une poupée en fonte, appelée aussi cloche, à surface lisse quand il s'agit d'enrouler un câble ou un filin ou munie d'empreintes si l'on doit enrouler des chaines. On peut actionner un cabestan au moyen d'un moteur à vapeur dont l'arbre-manivelle sert d'axe à la cloche ; mais, depuis que l'emploi de l'électricité s'est généralisé à bord des navires, on a reconnu beaucoup plus pratique de faire commander les cabestans par des moteurs à courants continus ou alternatifs dont on obtient ainsi très facilement la rotation dans un sens ou dans l'autre, sans recourir à des coulisses ou à des changements de marche à soupapes.

Le cabestan est aussi l'appareil le plus pratique quand il s'agit de déhaler un navire au moyen d'un puissant câble d'acier pour lui faire quitter sa place dans un bassin, et c'est là un de ses principaux usages.

L'électricité offre notamment l'avantage de se prêter à la centralisation des commandes et de permettre à un seul mécanicien de surveiller, d'un poste unique, le fonctionnement de plusieurs treuils de chargement ainsi que les cabestans de manœuvre. Les leviers de contrôle peuvent même être placés sur la passerelle, à côté des appareils servant à diriger les moteurs, le gouvernail et toute la machinerie comprise sous le nom général d'apparaux ou d'appareils auxiliaires d'un navire. L'officier de quart exerce ainsi sa surveillance sur cette partie du service, sans avoir à se déranger de ses occupations normales, très absorbantes en elles-mêmes.

Cependant, sur les navires de faible tonnage et même sur les cargo-boats de quelque importance, on trouve aujourd'hui commode d'employer, pour la commande des treuils de manutention ou de manœuvre, des moteurs à essence ou plutôt à pétrole brut, qui ont l'avantage d'être plus indépendants que les machines à vapeur et plus économiques que le moteur électrique. On a eu beaucoup de peine à réaliser des moteurs permettant d'utiliser sans inconvénient le pétrole brut. La

principale difficulté à résoudre consistait dans la construction d'un carburateur particulier capable de faire démarrer le moteur sans qu'on eût à recourir, au départ, à l'essence, indispensable autrefois pour toutes les machines employant soi-disant le pétrole brut. Il est évident que cette solution est excellente à bord des bateaux de pêche à moteur, dont les hélices sont actionnées par des machines à combustion interne ou à pétrole ordinaire. Un treuil à moteur est presque aussi rapidement mis en marche qu'un appareil électrique, et cependant son fonctionnement est beaucoup plus simple, puisqu'il n'exige ni dynamo génératrice ni aucune canalisation fixe. C'est ce qui explique pourquoi ce genre de treuil est appelé à prendre une rapide extension à bord des chalutiers et même des yachts de plaisance, de même que dans la marine militaire, pour tous les navires dont le tonnage n'est pas considérable.



TREUIL ACTIONNÉ PAR UN MOTEUR A PÉTROLE BRUT

Quand un navire à marchandises se présente dans un port, on lui assigne une place à quai pour effectuer le déchargement de ses cales. Le capitaine dispose, à cet effet, d'un délai dont la longueur est proportionnelle au tonnage de son bâtiment. Si, pour des raisons quelconques, le laps de temps assigné est dépassé, l'armateur doit verser, pour chaque tonne du navire et pour chaque heure supplémentaire d'occupation de la place à quai, une taxe dite *surestarie*.

Le paiement de cette espèce d'amende peut occasionner des pertes sérieuses aux propriétaires des navires; aussi cherchent-ils à les éviter par tous les moyens en leur pouvoir, notamment en installant à bord un nombre d'appareils de levage suffisant pour assurer un débarquement rapide des marchandises contenues dans les cales.

Considérons, par exemple, un paquebot mixte à passagers et à marchandises assurant un service régulier de Londres à un port français de l'Atlantique tel que Saint-Nazaire ou Bordeaux. Un navire de ce genre, d'environ cent mètres de longueur, jauge trois mille tonnes et transporte une centaine de passagers de première classe tout en assurant un important trafic de marchandises générales. Aussi existe-t-il à bord, outre cinq treuils et cabestans électriques, six grues hydrauliques ou électriques destinées à la manutention des colis dans les cales. Grâce à cette précaution, le bâtiment peut effectuer ses opérations commerciales sans que le capitaine ait à s'inquiéter de savoir s'il pourra ou non se servir des grues fixes du port, souvent occupées.

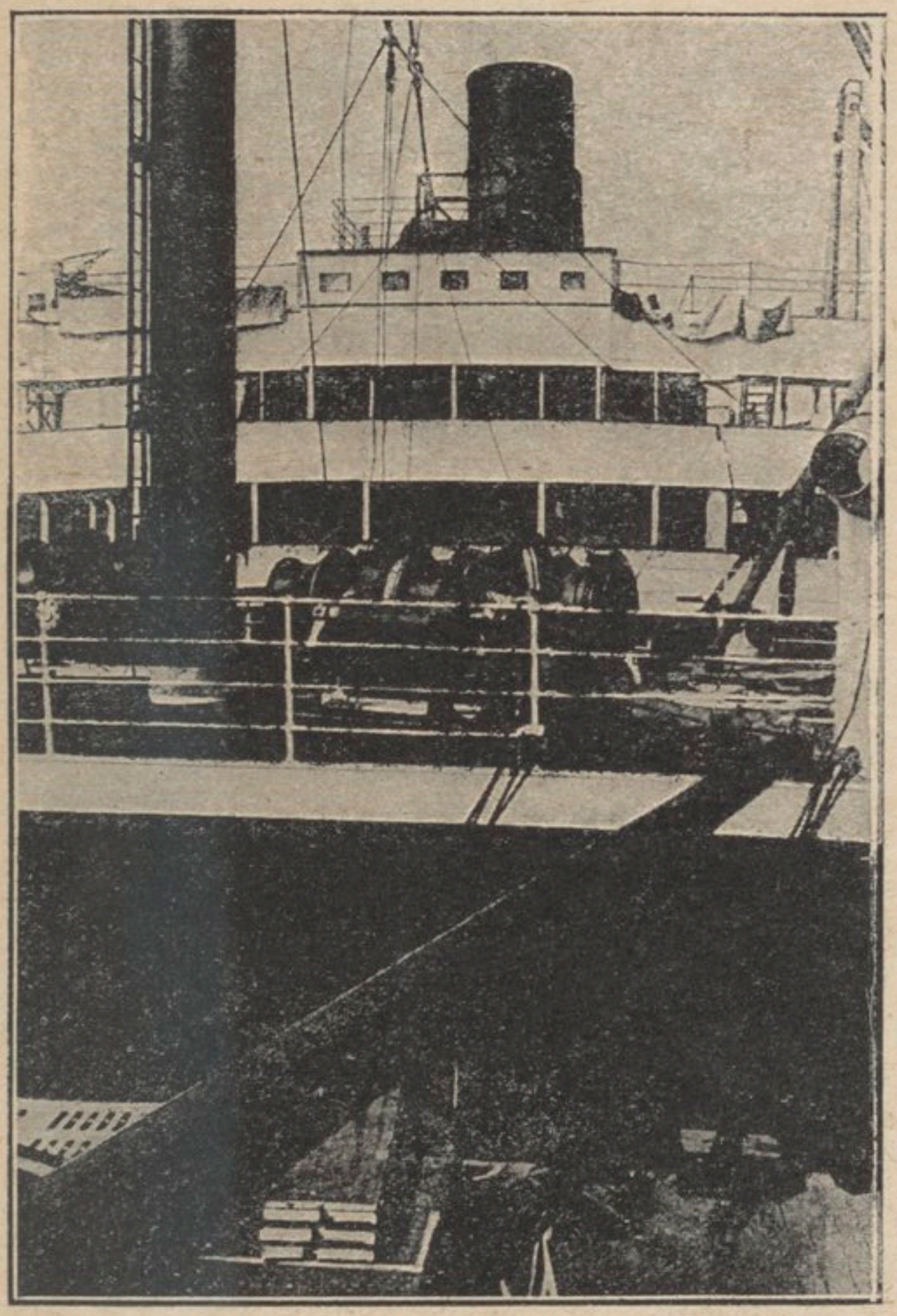
Nous aurons quelque jour l'occasion de décrire l'agencement mécanique très important que comportent les cargo-boats modernes affectés à des services spéciaux comme le transport des minerais, des charbons, du pétrole, des bois de charpente, etc.

Il ne s'agit ici que d'installations d'un type réduit pouvant s'appliquer à toutes sortes de marchandises et de bagages.

Nous avons exposé plus haut comment on peut appliquer les treuils à la manutention des colis en faisant passer un filin d'acier sur une poulie fixée à l'extrémité d'un mât de charge incliné, dont l'extrémité supérieure se présente au-dessus du panneau de la cale où l'on veut travailler. Le câble est enroulé sur le tambour du treuil et la manœuvre s'accomplit avec facilité, mais aussi avec une lenteur relative.

Pour accélérer les opérations, on peut installer sur le pont, à chaque angle d'un panneau de charge, une grue à grande vitesse, ce qui permet de réduire dans une grande proportion la durée de l'escale d'un navire dans un port de mer.

L'emploi du cabestan et de la poulie frappée à l'extrémité d'un mât de charge permet de soulever les colis au-dessus des panneaux, mais il faut disposer d'un personnel assez nombreux pour faire parcourir aux caisses le chemin horizontal qui les sépare du quai ou du wagon sur lequel on désire les charger. Il est plus simple et plus économique d'avoir recours aux grues, qui ont l'avantage de tourner autour d'un axe et de pouvoir ainsi desservir un assez large espace, en général compris dans un secteur de 180°. Notre figure page 115 représente une grue de ce genre installée à bord d'un navire mixte, à passagers et à marchandises, et qui peut soulever des charges pesant de 1.500 à 3.000 kilos avec une vitesse de 36 à 18 mètres par minute. Les treuils peuvent, il est vrai, soulever de 3.000 à 5.000 kilos, et parfois davantage, mais ils ne permettent aucune souplesse dans les manœuvres.



VUE D'UN PONT DU « ROCHAMBEAU »

Les deux treuils à vapeur servant à la manutention des marchandises correspondent à la cale, dont on aperçoit les panneaux de fermeture sur le pont inférieur.

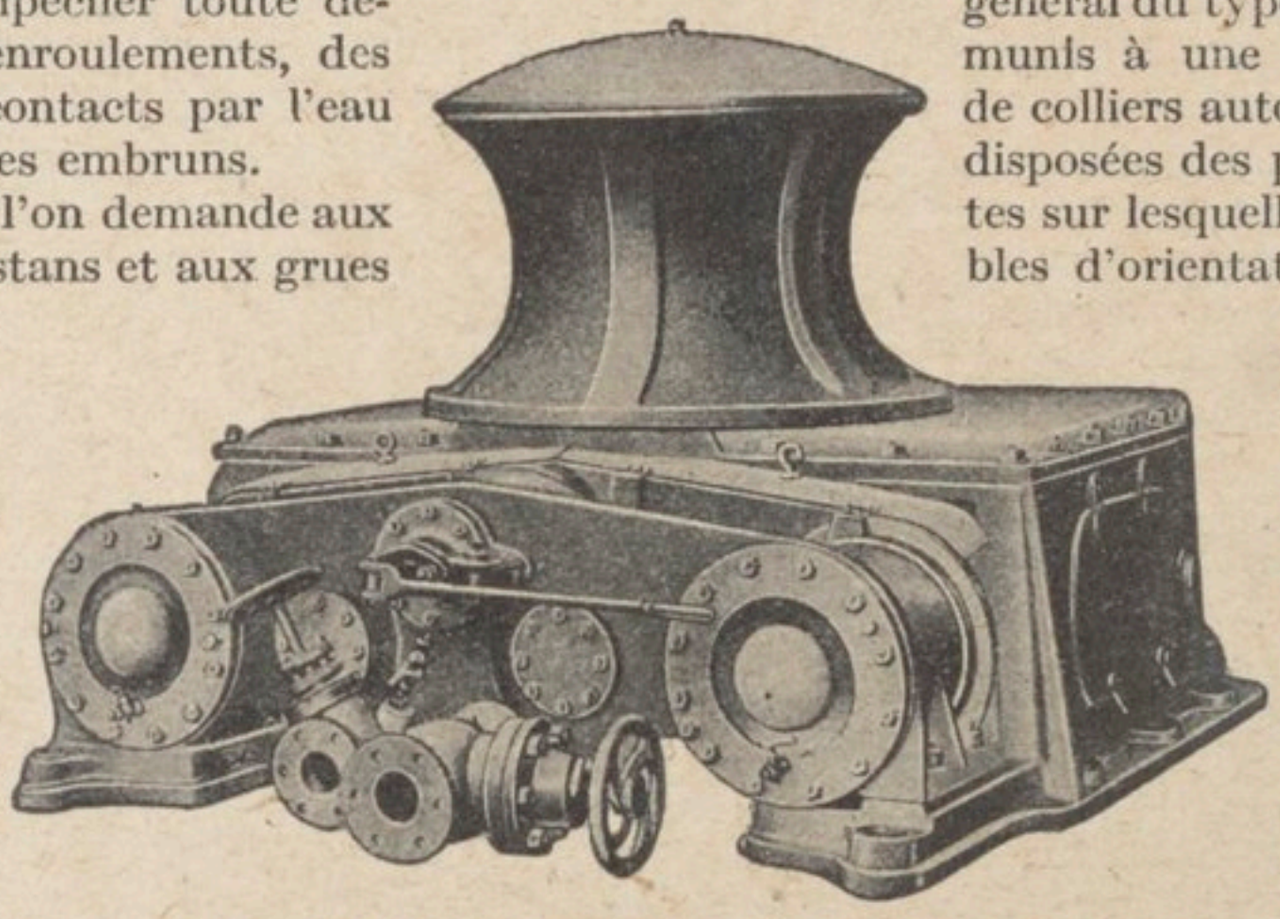
La grue représentée page 115 est du modèle à manœuvre hydraulique et la longueur des câbles est suffisante pour faire parcourir à la charge une distance verticale de 30 mètres. On obtient ce résultat grâce à l'emploi de dispositifs compensateurs qui réduisent considérablement la hauteur affectée au déplacement des deux pistons hydrauliques actionnant l'appareil.

Bien que les grues hydrauliques soient capables de rendre des services en pareil cas, on leur préfère souvent les grues électriques, plus souples et moins sujettes à se déranger sous l'influence de la température extérieure. Dans ce dernier cas, on affecte un moteur spécial à chacun des mouvements de levage et d'orientation du crochet. L'homme chargé de la manœuvre est placé sur une plate-forme élevée d'où il peut surveiller lui-même très commodément l'entrée et la sortie des colis.

Les moteurs électriques, ainsi que les résistances, les interrupteurs et les coupe-

circuits nécessaires au fonctionnement de l'installation doivent être placés dans des carters étanches, quoique soigneusement ventilés, pour empêcher toute détérioration des enroulements, des entrefers et des contacts par l'eau de mer ou par les embruns.

Le travail que l'on demande aux treuils, aux cabestans et aux grues d'un navire étant essentiellement variable à chaque instant, il est absolument nécessaire d'affecter à ce service spécial une génératrice et un moteur distincts du service d'éclairage qui exige au contraire une grande régularité de marche.



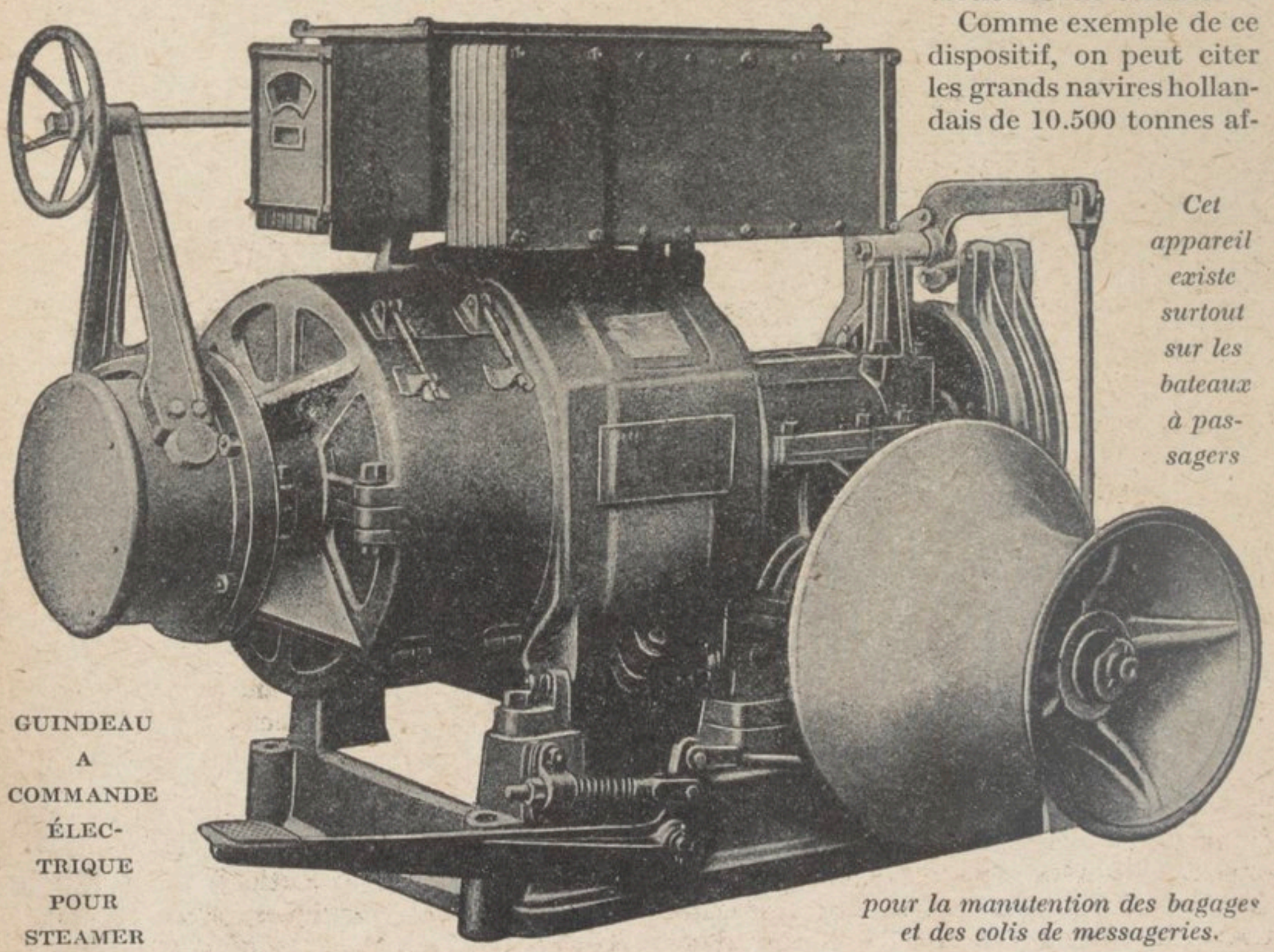
CABESTAN A VAPEUR MODÈLE RENFORCÉ

Le moteur à deux cylindres est entièrement protégé par une enveloppe de fonte sur laquelle est montée la poupée du cabestan.

A bord des grands navires à passagers desservant les lignes d'Extrême-Orient on a développé l'emploi des treuils combiné avec l'installation de très nombreux mâts de charge oscillants que l'on dispose par séries de six ou huit autour des mâts principaux du navire. A cet effet, ces derniers, en général du type métallique, sont munis à une certaine hauteur de colliers autour desquels sont disposées des poulies rayonnantes sur lesquelles passent les câbles d'orientation des mâts de charge. Ceux-ci comportent à leur partie inférieure des anneaux leur permettant de se déplacer le long de barres circulaires entourant la base des mâts principaux sur le pont.

Il n'existe souvent que deux mâts, l'un à l'avant, l'autre à l'arrière, dans ce cas on dessert les panneaux centraux du navire au moyen de mâts de charge plus petits s'appuyant sur des colonnes métalliques formées de poutres verticales en treillis.

Comme exemple de ce dispositif, on peut citer les grands navires hollandais de 10.500 tonnes af-

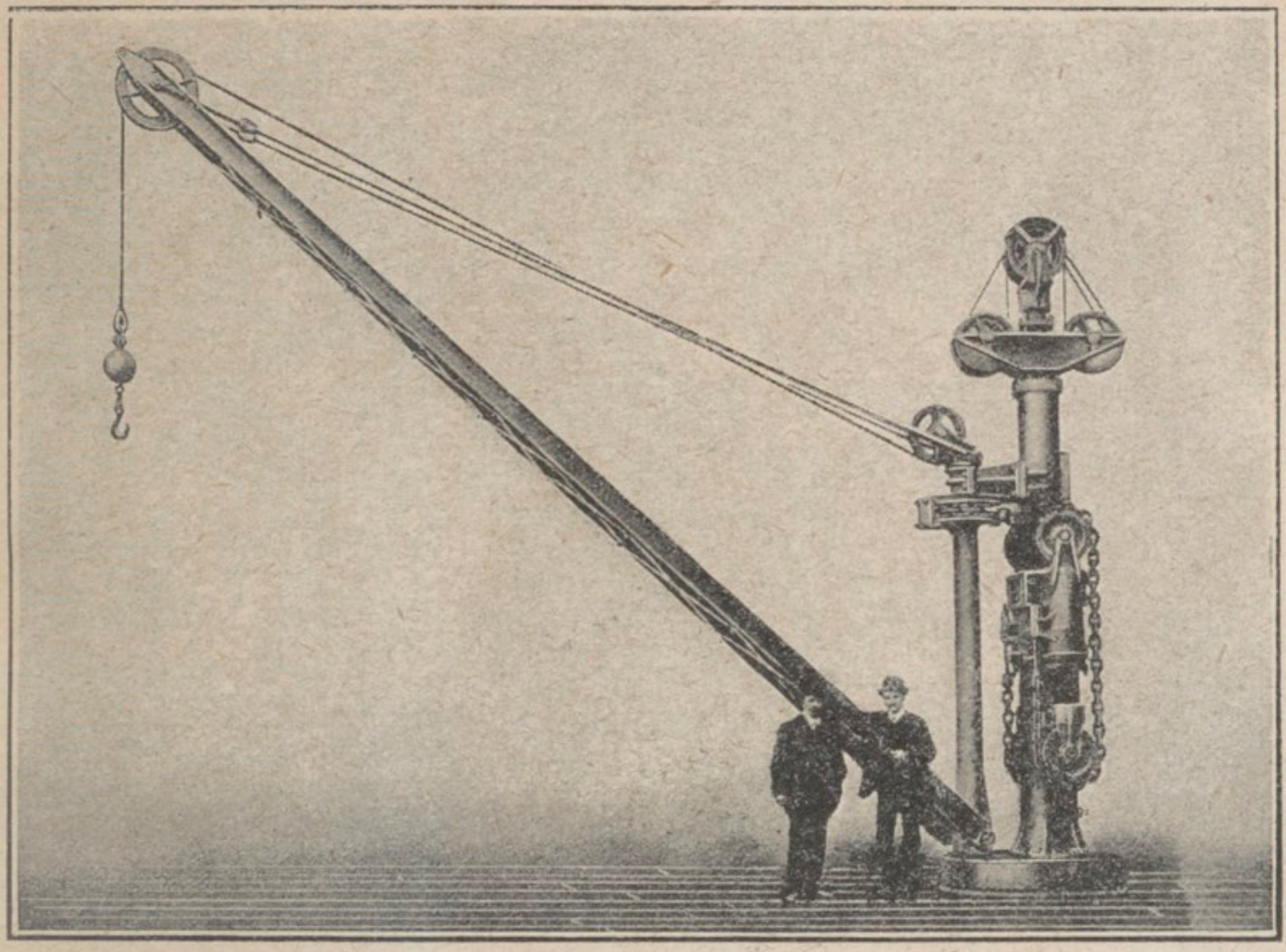


GUINDEAU A COMMANDE ÉLECTRIQUE POUR STEAMER

Cet appareil existe surtout sur les bateaux à passagers pour la manutention des bagages et des colis de messageries.

foctés au transport des marchandises entre les ports des Indes Néerlandaises et Rotterdam, à bord desquels vingt treuils à vapeur desservent vingt-neuf mâts de charge dont certains peuvent manutentionner des charges atteignant jusqu'à 30.000 kilos.

Ce genre de navire rend de grands services aux fournisseurs de matériel de guerre qui ont à transporter des canons, des plaques de blindage, des locomotives, des camions-



GRUE A COMMANDE HYDRAULIQUE POUR CARGO-BOAT

Cet appareil sert au chargement rapide des marchandises ainsi qu'à leur déchargement ; il est muni de compensateurs qui lui assurent une hauteur de levage considérable malgré ses dimensions restreintes.

automobiles, etc. Il est alors commode que les mâts de charge soient assez solides pour permettre la manutention de pièces pesant de 5.000 à 30.000 kilos, afin d'éviter que les cargo-boats chargés de matériel n'aient à attendre longtemps dans les ports que les appareils fixes de déchargement soient disponibles. D'autre part, l'usage des grues de port, en général exploitées par les chambres de commerce ou par des particuliers, entraîne des frais de location élevés que les armateurs cherchent à réduire autant que possible et même à supprimer.

On a fait une application intéressante des treuils mécaniques à la manœuvre des sondes qui servent aux navigateurs pour estimer la profondeur d'eau existant dans les passes où ils sont amenés à engager leurs navires. Dans ce cas, un treuil spécial, installé à l'avant du bâtiment, sert à dérouler et à enrouler un fil d'acier portant à son extrémité un poids qu'on laisse tomber verticalement dans le bras de mer.

Il n'en n'est pas de même des installations dont sont munis les navires spéciaux servant aux expéditions hydrographiques et aux études de la science nouvelle à laquelle on a donné le nom d'océanographie. On a été amené dans ce cas à construire des appareils de sondage très puissants capables de dérouler plus de 6.000 mètres de fil d'acier.

On voit donc que le treuil mécanique est un engin dont les applications multiples tendent à augmenter l'importance à bord des navires. L'armateur prévoyant doit mettre le plus grand nombre possible de ces engins à la disposition de ses équipages s'il veut éviter les pertes de temps dans les opérations commerciales de ses navires.

JEAN LORENTEY.

UNE ÉTAPE AÉRIENNE ENTRE DEUX CIMES

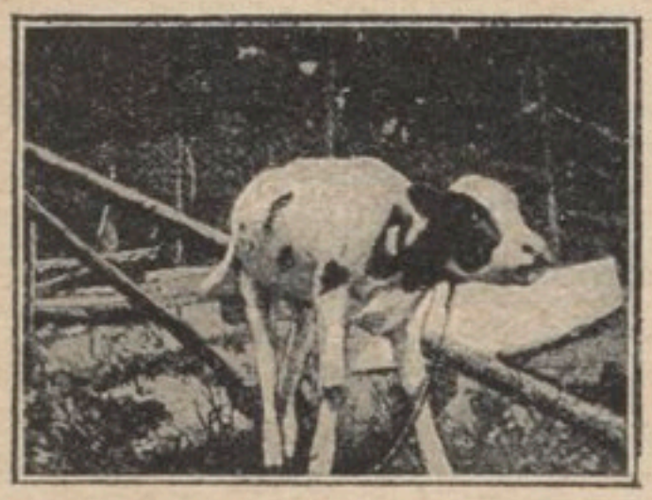
CHASSEUR ALPIN ITALIEN REGAGNANT SON POSTE D'OBSERVATION

Dans les montagnes où ils combattent, nos alliés ont installé, pour faciliter les transports d'hommes et les ravitaillements, des chariots aériens à trois galets supportés par un solide câble d'acier ; deux fils, également en acier et manœuvrés par des treuils électriques, assurent le mouvement dans les deux sens.

LES IMAGES AGRANDIES SANS LENTILLE

L'IDÉE d'agrandir les photographies sans avoir, comme dans le procédé universellement adopté dans les ateliers de photographie et de gravure, recours aux lentilles n'est pas entièrement nouvelle. En traitant la pellicule sensible d'un négatif avec certaines solutions, il est possible de la détacher du verre et de la faire augmenter de surface. C'est là un moyen de réaliser un certain degré d'agrandissement, mais qui expose la pellicule à des détériorations, sans préjudice des distorsions presque inévitables que l'opération entraîne. Il est, on le sait, également possible de faire des agrandissements en se servant d'un trou d'épingle en guise de lentille. mais les résultats obtenus par ce procédé sont nécessairement très imparfaits.

Tels sont les expédients ordinaires qui ont pu se présenter à l'esprit du lecteur en lisant le titre de cette chronique. Mais, qu'on puisse préparer un agrandissement par exposition directe en deux opérations sous un négatif et cela sans altérer d'aucune façon la pellicule de ce dernier, voilà qui constitue bien une véritable et intéressante nouveauté.

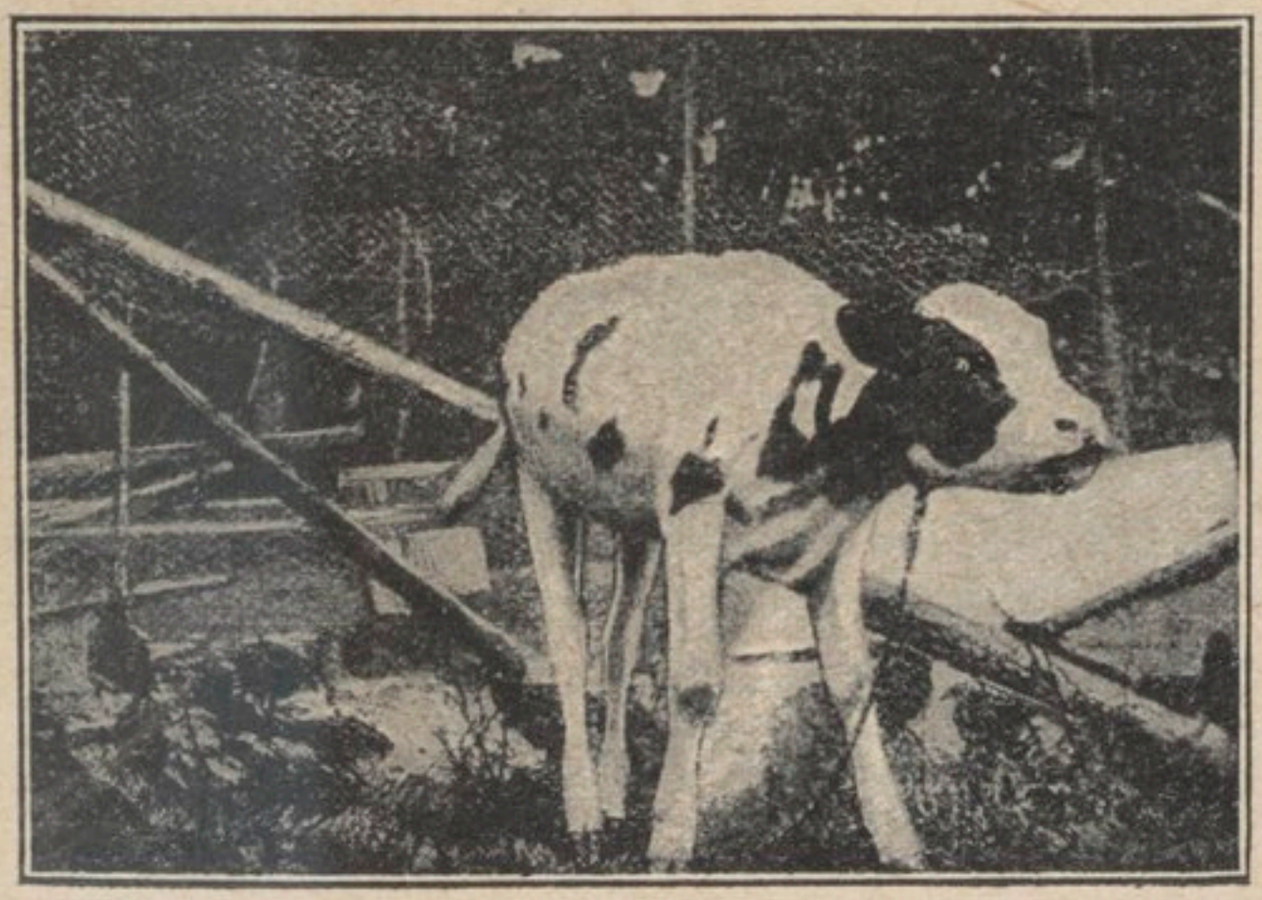


PHOTOGRAPHIE ORIGINALE

POSITIF ÉTIRÉ EN HAUTEUR

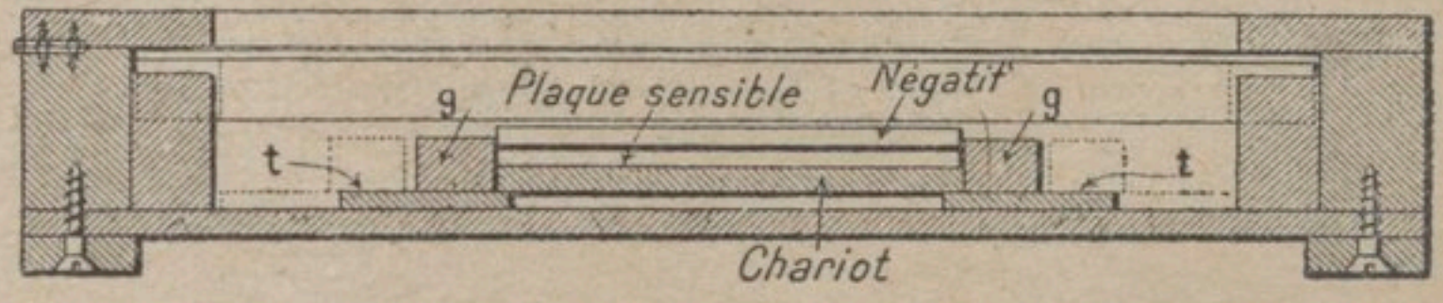
La chose paraîtrait même peu croyable si elle n'avait été péremptoirement démontrée par le Dr. A. J. Lotka dans une récente réunion de la Société américaine de physique, et décrite dans le grand organe officiel de cette institution, la *Physical Review*.

La nouvelle méthode consiste à exposer une plaque sensible ayant, dans un sens, la dimension de l'agrandissement désiré, derrière et à toucher directement le négatif original, exactement comme lorsqu'il s'agit de tirer une épreuve positive d'un négatif dans un châssis ordinaire. Mais l'insolation ne se fait pas de la même manière ; au lieu d'être admis à éclairer à la fois toute la surface du négatif, les rayons lumineux ne parviennent sur ce dernier qu'au travers d'une fente très étroite qui ne permet d'insoler à la fois qu'une bande également resserrée du négatif. Cependant, pour que l'exposition soit complète, le négatif est déplacé au regard de la fente de manière à présenter graduellement à la lumière toutes les portions de l'image. En même temps, la plaque ou la pellicule sensible est également déplacée au regard de la fente avec une vitesse égale à un multiple constant n de la vitesse de translation du négatif. Après développement, fixage et lavage habituels, on obtient ainsi une copie positive dénaturée du cliché original ; pourtant la distorsion produite n'est pas ici accidentelle et quelconque ; elle est au contraire parfaitement définie et en accord avec une loi qui veut que toutes les lignes parallèles à la longueur de la fente demeurent inchangées, tandis que toutes les lignes qui lui sont perpendiculaires sont étirées dans la proportion de $n:1$, par rapport à l'original. Cette copie distordue est ensuite substituée au négatif et placée au-dessus d'une seconde plaque sensible qui, elle, a dans les deux sens les dimensions de l'agrandissement voulu ; puis l'ensemble est soumis à une seconde opération analogue à la pre-



LE POSITIF DISTORDU EST DEVENU LE NÉGATIF AGRAND.

mière sauf qu'elle se fait à angle droit de la position primitive, de sorte que les lignes qui étaient demeurées tout à l'heure inchangées sont maintenant à leur tour étirées dans le même rapport de $n:1$. Le résultat de cette double opération donne un négatif géométriquement similaire à l'original, mais à une échelle n fois la grandeur de l'original, en mesure linéaire, ou, en d'autres termes, on a un agrandissement de n^2 fois la dimension du négatif. Ainsi, si $n=2$, l'agrandissement est égal à 4.



COUPE TRANSVERSALE DE L'APPAREIL D'AGRANDISSEMENT

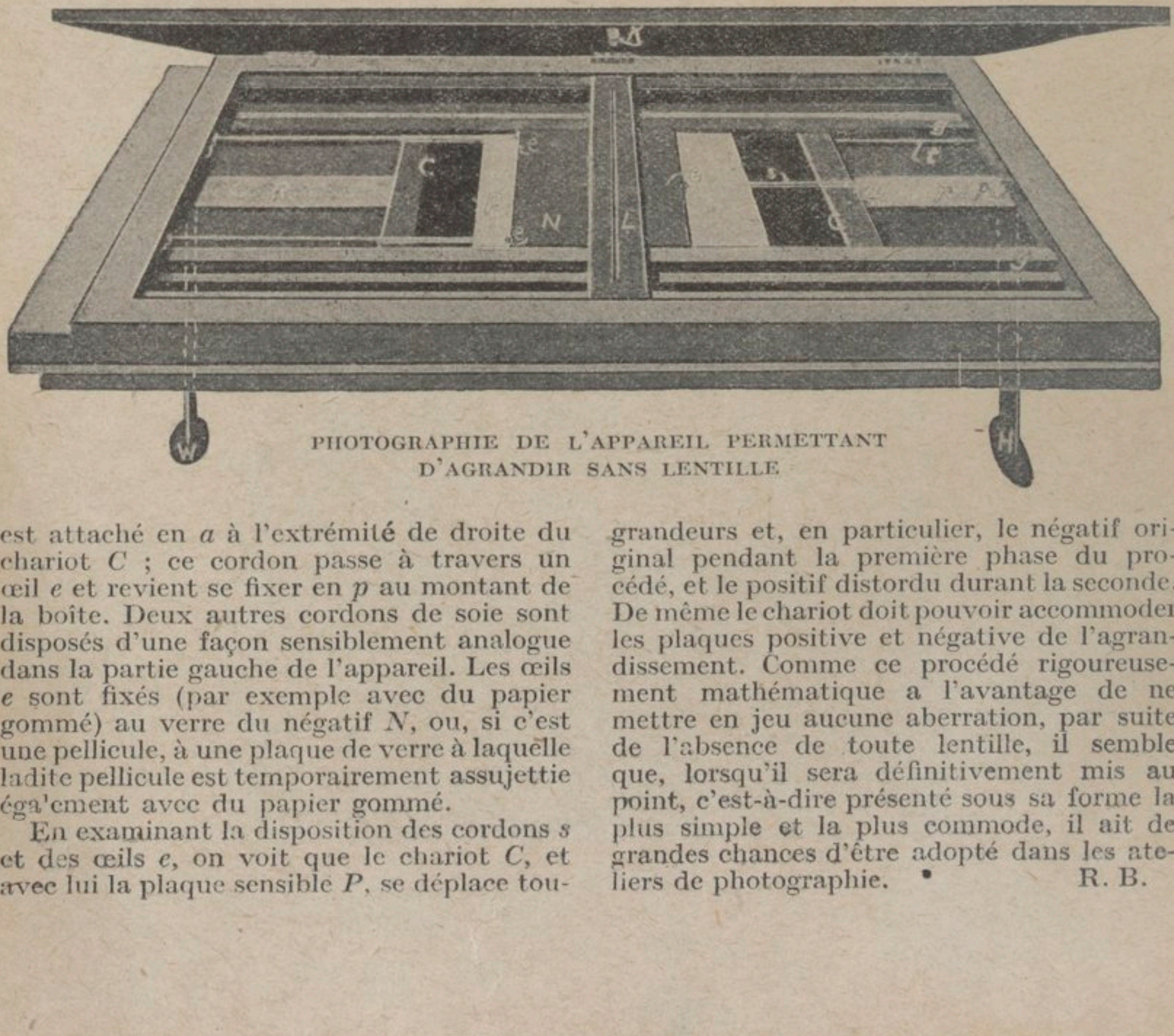
Il peut sembler, à première vue, que le fait de nécessiter deux opérations successives est un inconvénient du nouveau procédé, mais, en réfléchissant un peu, on voit que chaque fois qu'il s'agit de tirer sur verre une copie négative d'un négatif, on doit également s'y prendre à deux reprises, c'est-à-dire tirer d'abord un positif.

L'appareil consiste en une boîte plate en bois, dans le fond de laquelle sont disposées deux glissières t pourvues de guides gg entre lesquels peut glisser une plaque de support ou chariot C. Un cordon de soie s est attaché en a à l'extrémité de droite du chariot C ; ce cordon passe à travers un œil e et revient se fixer en p au montant de la boîte. Deux autres cordons de soie sont disposés d'une façon sensiblement analogue dans la partie gauche de l'appareil. Les œils e sont fixés (par exemple avec du papier gommé) au verre du négatif N, ou, si c'est une pellicule, à une plaque de verre à laquelle ladite pellicule est temporairement assujettie également avec du papier gommé.

En examinant la disposition des cordons s et des œils e, on voit que le chariot C, et avec lui la plaque sensible P, se déplace toujours dans la même direction que le négatif N, mais avec une vitesse double du mouvement de translation de ce dernier. L'insolation se fait par la fente étroite L, qui correspond avec une fente analogue K ménagée dans le couvercle, car il va de soi que durant l'exposition, le couvercle de la boîte, que l'on voit relevé sur la photographie pour la clarté de la description, est fermé. La lumière du jour n'étant pas en général assez vive, on dispose une source lumineuse appropriée au-dessus de la fente du couvercle.

L'entraînement du chariot, de la plaque et du négatif est commandé par la manivelle H qui enroule un ruban r assujetti à une extrémité du chariot. Ce ruban peut être raidi, et le système peut être rappelé automatiquement en position, au moyen d'un second ruban R, fixé à l'autre extrémité du chariot et relié à un poids W ou à un dispositif à ressort. L'écart des guides gg qui maintiennent en place la plaque P et le négatif N est rendu réglable par un dispositif approprié, de façon à permettre d'insérer des plaques de différentes grandeurs et, en particulier, le négatif original pendant la première phase du procédé, et le positif distordu durant la seconde. De même le chariot doit pouvoir accommoder les plaques positive et négative de l'agrandissement. Comme ce procédé rigoureusement mathématique a l'avantage de ne mettre en jeu aucune aberration, par suite de l'absence de toute lentille, il semble que, lorsqu'il sera définitivement mis au point, c'est-à-dire présenté sous sa forme la plus simple et la plus commode, il ait de grandes chances d'être adopté dans les ateliers de photographie.

R. B.



PHOTOGRAPHIE DE L'APPAREIL PERMETTANT D'AGRANDIR SANS LENTILLE

LE ROLE DES VOIES NAVIGABLES FRANÇAISES PENDANT LA GUERRE

Par Edmond RIVOLIER

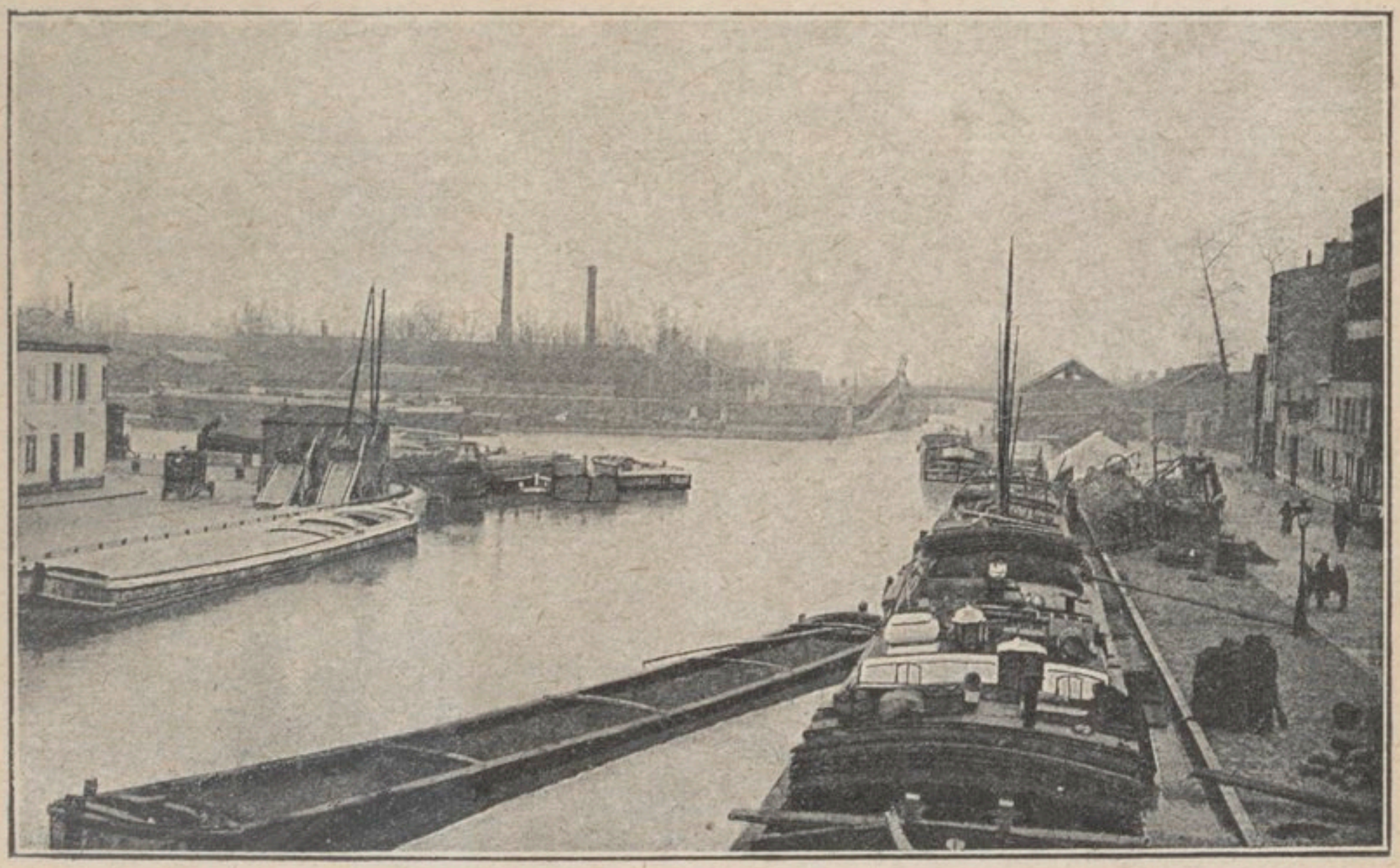
INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES

Plusieurs solutions s'offraient à l'intendance ainsi qu'aux autres administrations de l'Etat pour effectuer d'une manière régulière et économique les nombreux transports nés de la guerre. Tout en assurant l'existence des populations civiles restées dans leurs résidences ou évacuées au moment de l'invasion, les divers ministères doivent fournir aux troupes en campagne, vivres, matériel et munitions, pourvoir à la relève des combattants, évacuer les blessés et aussi satisfaire aux besoins urgents de l'industrie nationale et du commerce, dont la reprise normale est une des conditions essentielles de la victoire.

La Science et la Vie a déjà exposé les services rendus, au point de vue des transports civils et militaires, par l'organisation spéciale des chemins de fer en temps de guerre et par un emploi de plus en plus étendu des véhicules automobiles.

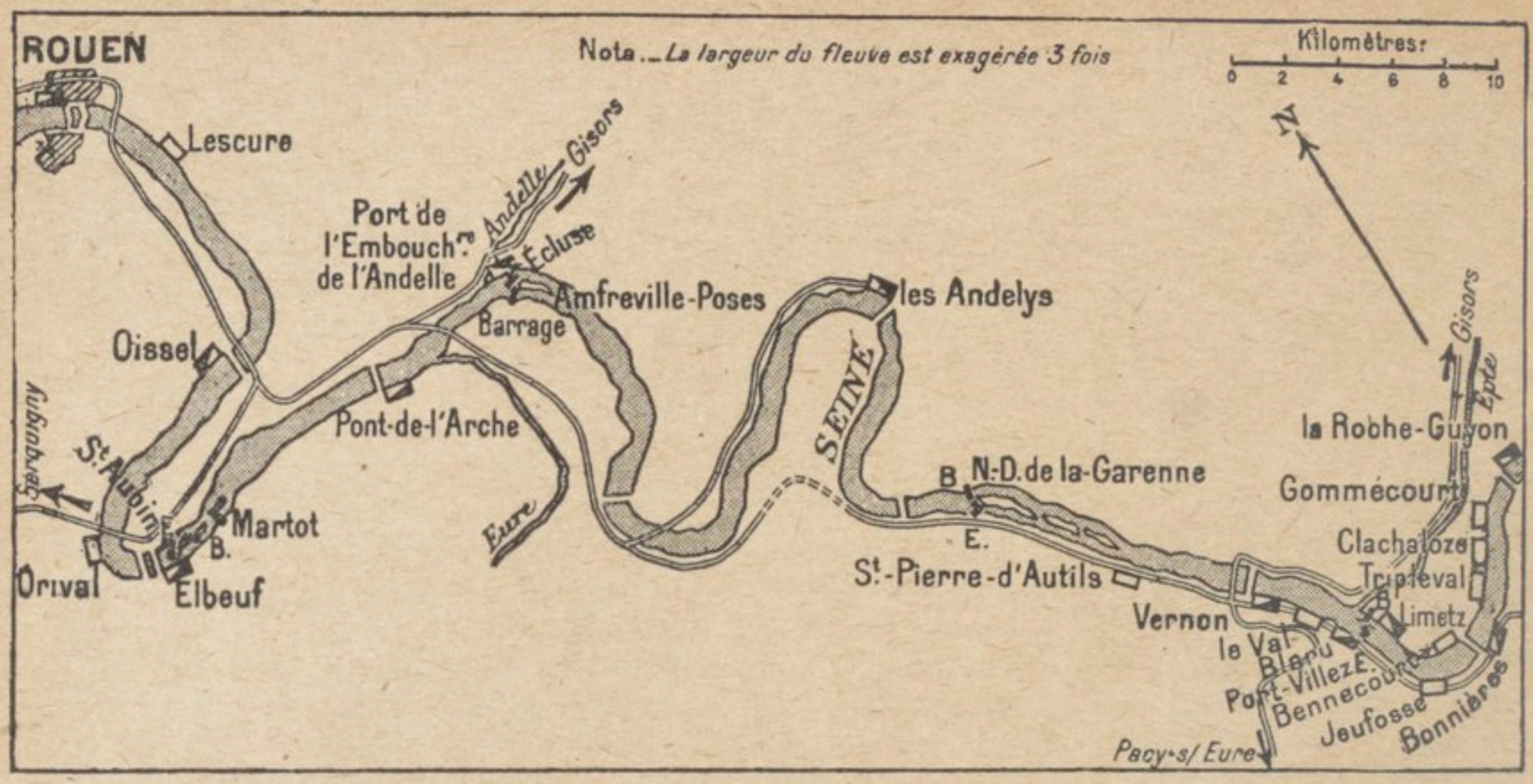
Le tonnage des marchandises qu'il s'agissait d'acheminer, dès 1914, au départ des ports de débarquement vers l'intérieur, atteignit rapidement une telle importance que l'emploi de la voie ferrée et des camions automobiles se montra vite insuffisant. Il fallut donc recourir à un moyen de transport auxiliaire et remettre en état de fonctionner dans des conditions efficaces la voie d'eau que la mobilisation générale avait paralysée dès le début de la guerre.

En effet, le personnel de la voie ferrée fut maintenu à son poste, en vertu de disposi-



LE CANAL DE L'OURCQ AU QUAI DE LA MARNE (SUITE DU BASSIN DE LA VILLETTE)

Chaque jour, des quantités considérables de matériaux et de marchandises sont débarquées sur ce point.



LES PRINCIPAUX PORTS DE LA SEINE OUVERTS AU TRAFIC GÉNÉRAL ET A LA NAVIGATION FLU-

tions longtemps préparées, tandis que celui de la batellerie se trouva momentanément dispersé, au début d'août 1914. Les mariniers, obligés de répondre aux ordres d'appel, abandonnèrent un grand nombre de bateaux sur tout le parcours des voies navigables.

Il fallut enfin se ressaisir, et après d'assez longues négociations, on vit revenir à leur poste les mariniers ainsi que les mécaniciens nécessaires à la conduite des chalands et des remorqueurs. La situation se rétablit.

La première tâche à remplir fut d'abord d'évacuer rapidement sur Paris tout le matériel chargé, échelonné sur les canaux du Nord et du Pas-de-Calais. La plus grande partie des péniches parvinrent à leur destination, mais l'avance de l'ennemi fut si rapide qu'une centaine de bateaux s'étant trouvés retenus dans ses lignes, au-dessus de Compiègne, on put craindre un moment qu'ils fussent complètement perdus.

Quand les Allemands furent refoulés dans la direction de Noyon, après la victoire de la Marne, ces bateaux furent retrouvés à peu près intacts avec leurs chargements, sauf une quinzaine dont l'ennemi s'était emparé pour établir des ponts et qu'il coula avant son départ, en les défonçant.

Le service des Ponts et Chaussées fit diligence pour enlever les épaves provenant des ouvrages détruits, pendant que, sur l'Oise, des ponts provisoires étaient construits à l'amont de ceux de Creil, de Pont-Sainte-Maxence, de Verberie et de Compiègne. Sur la Marne, les ponts de Lagny, de Meaux, de la Ferté et de Lisy sont complètement reconstruits ou en cours de reconstruction.

Actuellement — et il faut s'en féliciter — la navigation est reprise sur toute la longueur du canal latéral à la Marne et sur le canal de la Marne au Rhin, jusqu'à Tinville.

Le canal de l'Aisne à la Marne, navigable de Condé à Reims, est sous le feu direct de l'ennemi entre Beaumont et Reims.

La navigation, possible sur l'Aisne, en aval de Vic-sur-Aisne, est arrêtée sur les canaux de l'Oise à l'Aisne et des Ardennes, ainsi que sur le canal latéral à l'Oise.

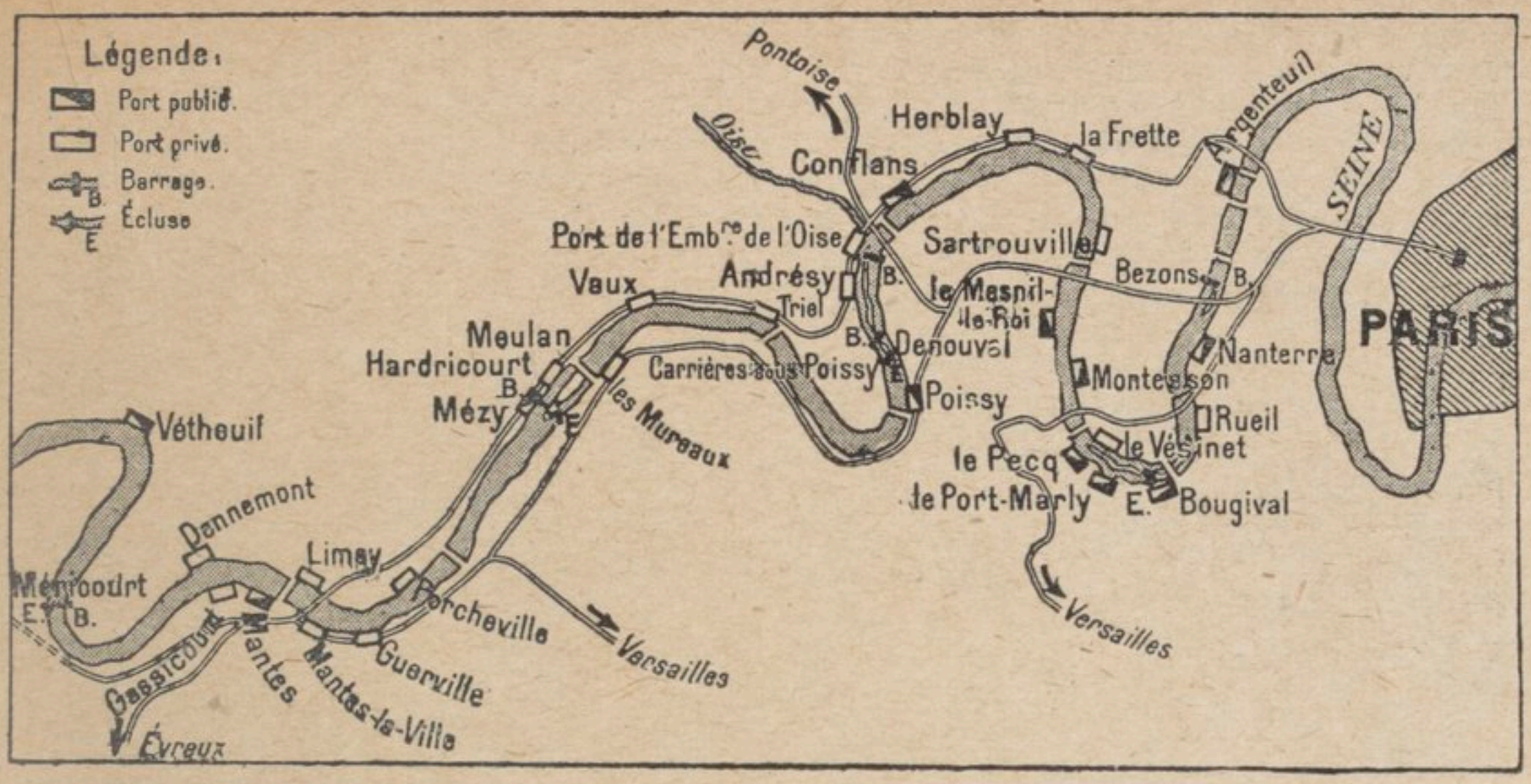
La branche nord-est du canal de la Marne à la Saône est libre entre Sampigny et Lacroix, de même que la Moselle est restée navigable jusqu'à Pont-à-Mousson.

Les bateaux, un moment arrêtés, purent reprendre leur voyage interrompu et se rendre à la destination qui leur fut assignée pour les besoins les plus pressants du ravitaillement de la région de Paris.

Mais, une fois que cette opération fut terminée pour les bateaux restés entre le confluent de l'Aisne et Compiègne, le trafic sur l'Oise se trouva tari dans sa source, puisqu'il ne pouvait plus venir, des territoires encore occupés actuellement par l'ennemi, aucune des marchandises transportées par la batellerie en temps ordinaire.

Quatre millions de tonnes de matières premières, de combustible, notamment, manquaient donc au ravitaillement de la population parisienne et aux besoins de la défense nationale, représentée par les usines.

Il fallut donc chercher ailleurs une compensation au tonnage que ne pouvaient plus



VIALE PRIVÉE ENTRE ROUEN ET PARIS, AVEC L'INDICATION DES BARRAGES ET DES ÉCLUSES

fournir les départements du Nord et du Pas-de-Calais, et c'est à la navigation de la Seine qu'échut le trafic énorme nécessité par l'approvisionnement de la capitale.

Les transports du Havre et de Rouen à Paris étaient effectués en majeure partie, avant la guerre, au moyen de chalands à formes affinées offrant le moins possible de résistance à la traction.

En raison de l'augmentation inattendue du trafic, il fallut recourir à tout le matériel supplémentaire dont on pouvait disposer.

A défaut de chalands à formes affinées, on utilisa toutes les péniches affectées ordinairement aux transports sur les canaux du Nord, et qui se trouvaient immobilisées dans la région de Paris (Saint-Denis, Conflans, etc.).

Malheureusement, en temps de crue, un vapeur ne remorque que deux de ces péniches, alors qu'en été il peut amener de Rouen à Paris un train de sept bateaux chargés. On voit que, de ce fait, les frais de traction correspondant à la saison d'hiver représentent beaucoup plus du triple de ceux que l'on paie au mois de juillet.

Afin de donner toute l'activité possible à la navigation, on a fait venir de l'étranger tous les remorqueurs que l'on a pu se procurer. Les entreprises particulières en ont acheté autant que leurs ressources le leur permettaient, malgré le prix élevé qui leur était demandé par les constructeurs.

L'Etat lui-même, par l'intermédiaire de l'Office national de la navigation, a constitué en Seine une flottille de onze remorqueurs, dont certains d'une grande puissance, pour venir en aide à l'industrie privée.

On a organisé des services de traction sur la Marne et les canaux de l'Est, ainsi que sur l'Oise, pour assurer le remorquage des quelques bateaux remontant jusqu'à Compiègne.

Enfin, pour obtenir la plus grande utilisation des remorqueurs, on a installé à bord de la plupart d'entre eux un éclairage intensif permettant la marche de nuit, lorsque la navigation ne présente pas de danger. Les écluses de la Basse-Seine viennent d'être également dotées de la lumière électrique, ce qui rend possible le passage des bateaux à toute heure, après le coucher du soleil.

Paris est devenu le centre actif du commerce et du transit, grâce à son exceptionnelle situation fluviale. L'antique Lutèce a progressé sans cesse, et la petite île baignée par la Seine est devenue — on le sait — le plus important des ports de France.

Le port de Paris s'étend de chaque côté des rives de la Seine, dans la partie comprise à l'intérieur de l'enceinte fortifiée, sur une longueur d'environ 25 kilomètres. Il comprend aussi le parcours des canaux urbains Saint-Martin et Saint-Denis, ainsi que la section du canal de l'Ourcq située *intra muros* et terminée par le bassin de la Villette.

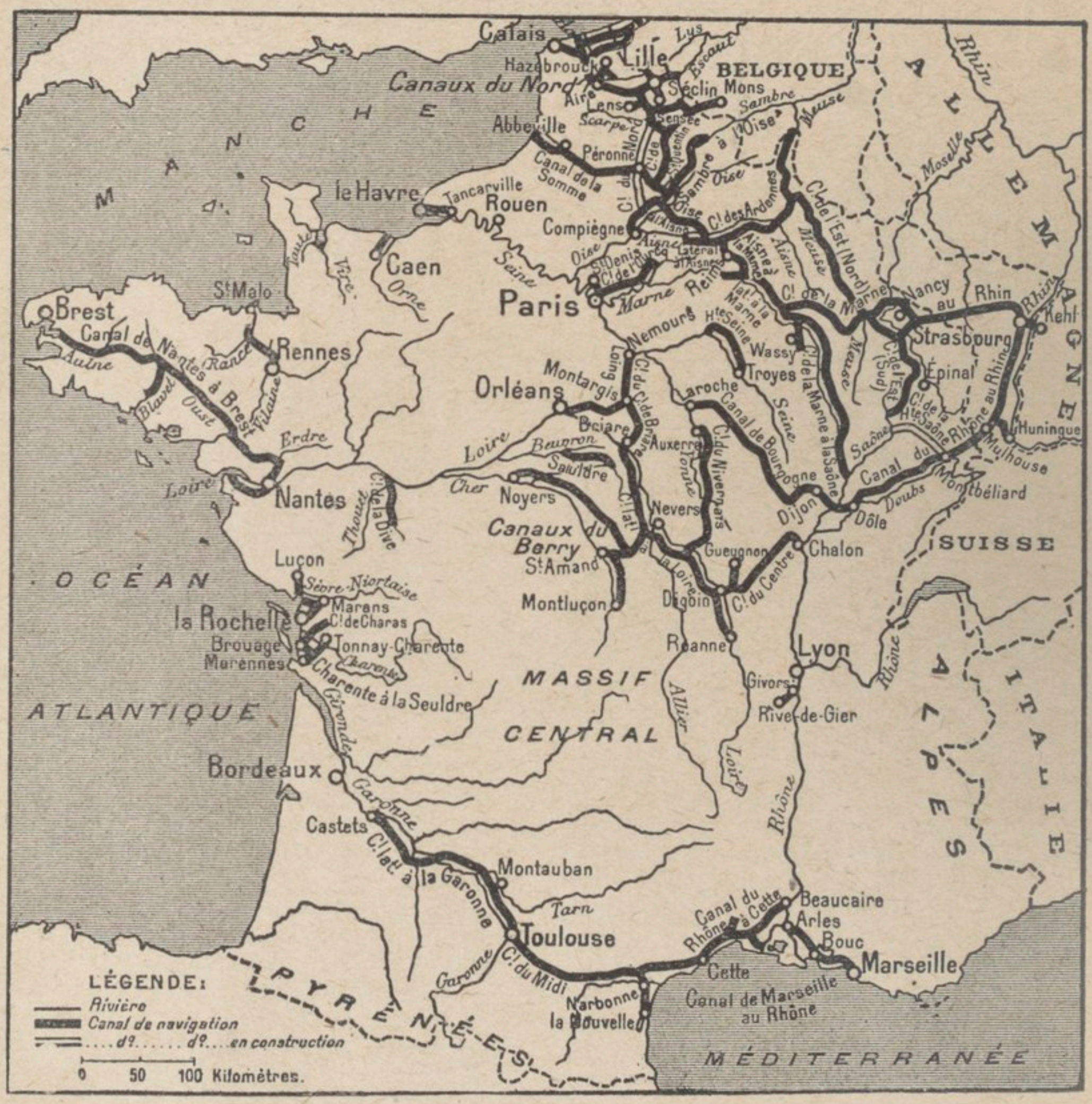
En maints endroits, des bas-ports munis de quais, de terre-pleins ou de rampes de tirage, permettent d'effectuer l'embarquement sur presque toute l'étendue du fleuve comprise entre Auteuil et Charenton.

Bien que l'outillage soit encore bien insuffisant, le public dispose cependant de quelques entrepôts et de hangars, tels que les

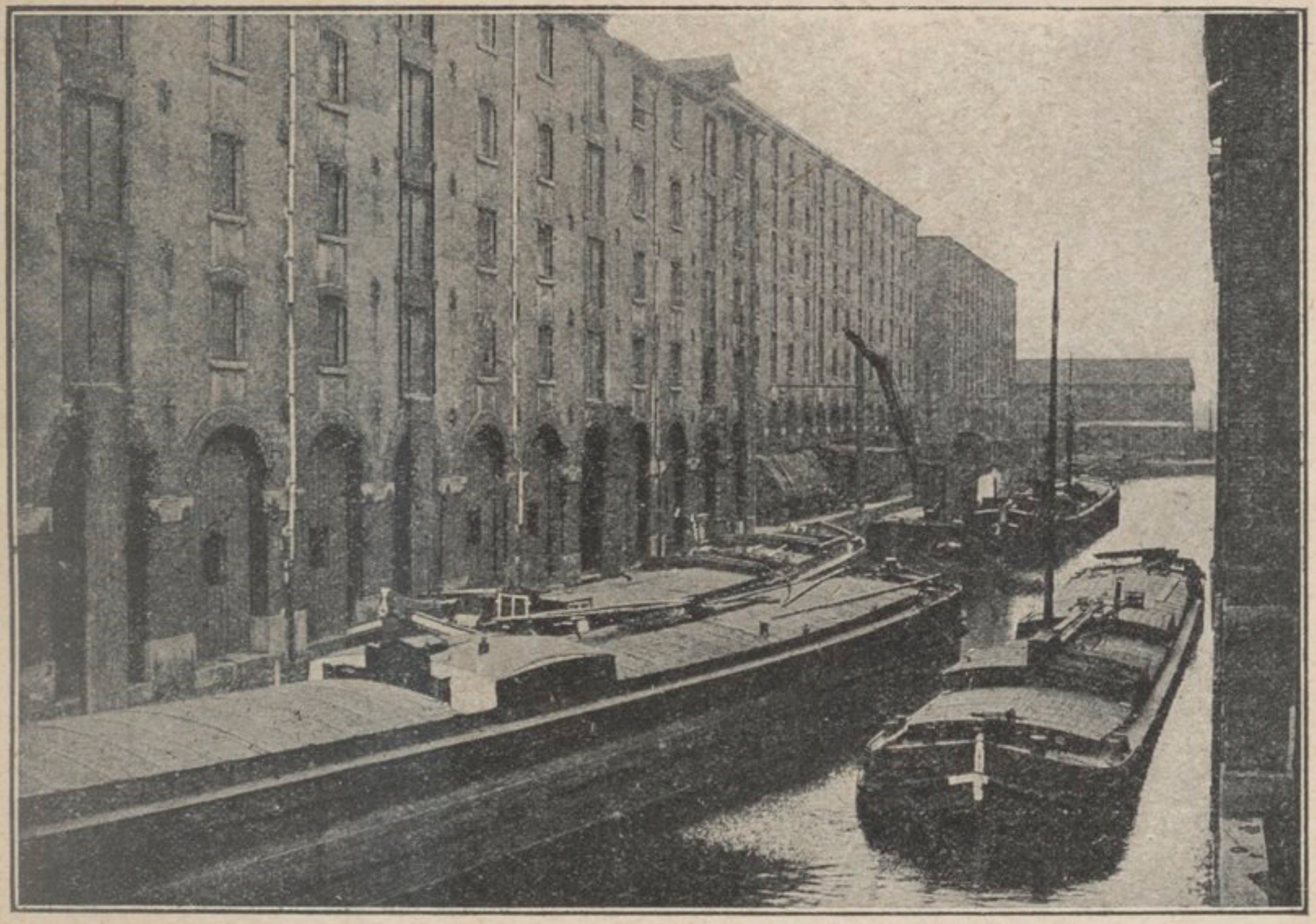
magasins généraux de Bercy, d'Austerlitz, etc. Des appareils de manutention, appartenant en général à des particuliers, tels que grues fixes et roulantes, monte-charges, bigues, etc., montés sur des pontons spéciaux, servent à effectuer les chargements et déchargements suivant les besoins successifs du commerce. Pour faire face à ce trafic, on emploie des bateaux de tous modèles, depuis l'étroite « flûte » du Berry jusqu'au grand chaland de 1.000 tonnes du type de la Basse-Seine, que l'on voit circuler majestueusement sur les voies d'eau du Nord, de l'Est, du Centre et du Sud-Est.

Les marchandises débarquées, matériaux et denrées représentent environ les trois cinquièmes du tonnage total des ports parisiens ; les deux autres cinquièmes consistent en expéditions, transit ou trafic local.

La différence vraiment considérable qui existe entre le tonnage des expéditions et celui des multiples arrivages tient à ce que Paris est, avant tout, une place de consommation et de transformation de premier ordre.


Calais
Hazebrouck
Lille
Lys
Escaut
BELGIQUE
Canaux du Nord
Aire
Lens
Scarpe
Sensée
Abbeville
Péronne
Canal de la Somme
Somme
Oise
Sambre à l'Oise
Sambre
Meuse
Moselle
Rhin
ALLEMAGNE
le Havre
Tancarville
Rouen
Compiègne
Aisne
Aisne à la Marne
Aisne à la Meuse
Meuse
Marne
Seine
Paris
Reims
Nancy
Strasbourg
Rhin au Rhône
Rhône au Rhin
Kehl
Huningue
Mulhouse
Montbéliard
Doubs
Canal du Rhône au Rhin
Canal de la Marne à la Saône
Canal de Bourgogne
Saône
Dijon
Dôle
Chalon
Gueugnon
Nevers
Auxerre
Beaune
Nemours
Montargis
Orléans
Loing
Loire
Allier
Cher
Noyers
Canaux du Berry
St Amand
Montluçon
Digoin
Roanne
Lyon
Givors
Rive-de-Gier
Saône à Rhône
Canal du Centre
Canal latéral à la Loire
Canal du Nivernais
Canal de Bourgogne
Canal de la Haute Seine
Canal de la Marne à la Saône
Canal latéral à la Marne
Canal de la Meuse
Canal de l'Est (Nord)
Canal de l'Est (Sud)
Canal de la Haute Saône
Canal de la Haute Seine
Canal de la Marne au Rhin
Canal de la Meuse
Canal de la Sambre à l'Oise
Canal de la Somme
Canal de la Vire au Tour
Canal de Nantes à Brest
Canal de Roubaix
Canal de St Quentin
Canal des Ardennes
Canal du Rhône à Cette
Canal de Marseille au Rhône
Canal de la Loire à la Garonne
Canal du Midi
Canal latéral à la Garonne
Canal de la Garonne
Canal de la Sèvre Niortaise
Canal de la Charente à la Seudre
Canal de la Vire
Canal de la Dive
Canal de la Haute Deûle
Canal de la Basse Deûle
Canal de la Haute Lys
Canal de la Basse Lys
Canal de la Haute Aa
Canal de la Basse Aa
Canal de la Haute Colme
Canal de la Basse Colme
Canal de la Haute Meuse
Canal de la Basse Meuse
Canal de la Haute Moselle
Canal de la Basse Moselle
Canal de la Haute Seille
Canal de la Basse Seille
Canal de la Haute Saône
Canal de la Basse Saône
Canal de la Haute Loire
Canal de la Basse Loire
Canal de la Haute Rhône
Canal de la Basse Rhône
Canal de la Haute Garonne
Canal de la Basse Garonne
Canal de la Haute Seine
Canal de la Basse Seine
Canal de la Haute Marne
Canal de la Basse Marne
Canal de la Haute Aisne
Canal de la Basse Aisne
Canal de la Haute Oise
Canal de la Basse Oise
Canal de la Haute Sambre
Canal de la Basse Sambre
Canal de la Haute Escaut
Canal de la Basse Escaut
Canal de la Haute Rhin
Canal de la Basse Rhin

les mêmes, ce qui donnait aux quais l'aspect d'un vaste marché. Bercy recevait les vins, les alcools et les matériaux de construction, tels que sable, cailloux, plâtres, briques, ciments, peaux, crins, pâte de bois, charbons, bois des îles, dont une grande partie débarquaient à la Rapée. Les ports du Louvre et de Saint-Nicolas étaient consacrés au trafic du coton, des céréales et des marchandises diverses apportées par les caboteurs, faisant le trajet entre Paris et Londres.



LES MAGASINS GÉNÉRAUX DE PARIS-LA VILLETTE, SUR LE CANAL SAINT-DENIS

Ces magasins comportent notamment l'Entrepôt réel des sucres indigènes.

En l'année 1913, le tonnage des ports de Paris s'est élevé à 15.228.085 tonnes.

Le trafic de la batellerie a pris, en effet, depuis quelques années, un grand essor et cependant, si l'on fait abstraction des gravois et des déblais, on constate que les marchandises transportées sur les canaux et rivières ne représentent que 49 % du total.

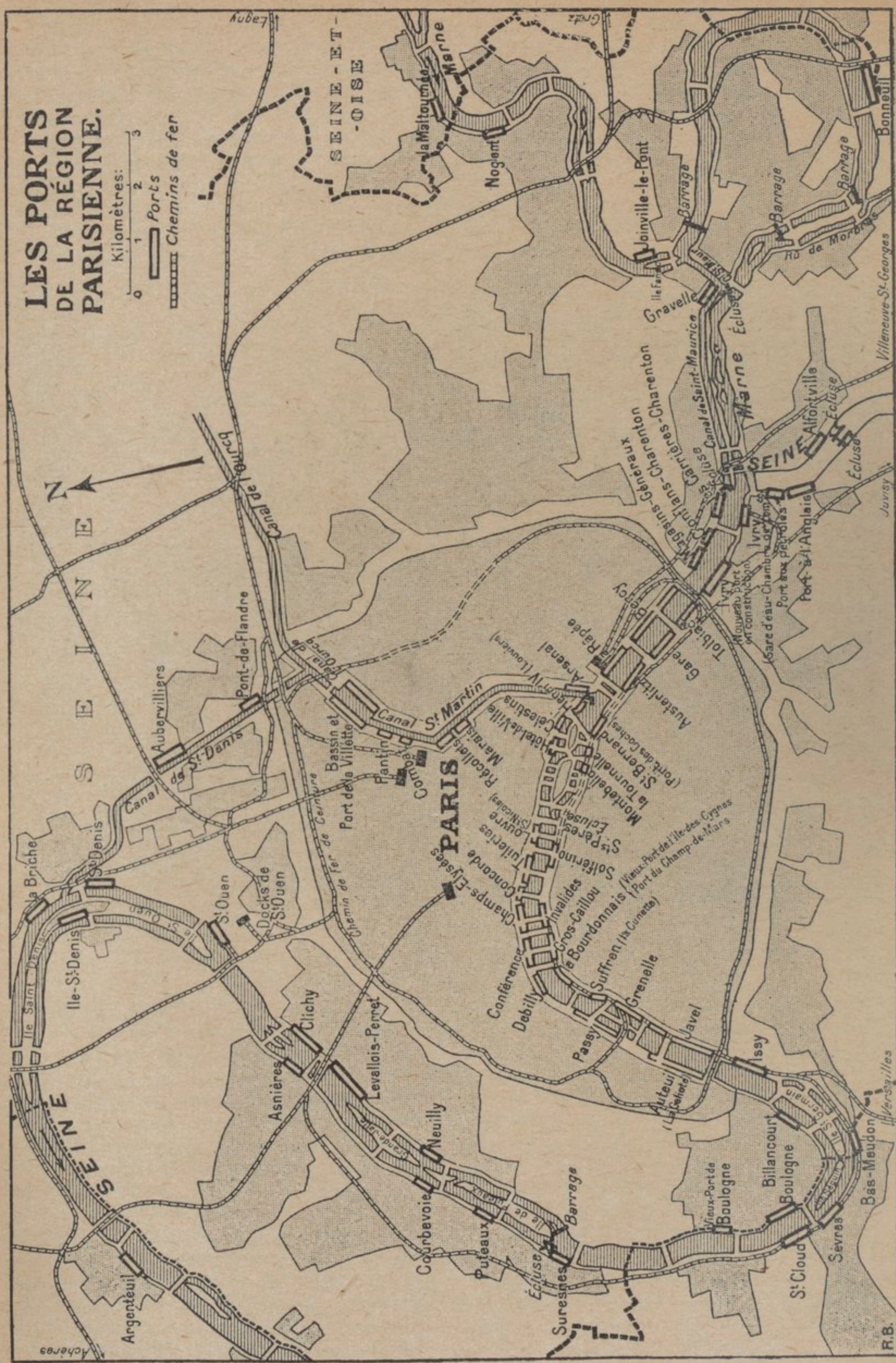
La voie de fer l'emporte de 2 % sur les canaux et rivières, ce qui démontre l'infériorité de nos voies navigables. Leur nombre et leur agencement sont insuffisants, puisque normalement les chargements sur péniches devraient primer ceux qui s'effectuent par rail, la voie d'eau devant recevoir, en principe, toutes les marchandises lourdes.

Les ports de Rouen et du Havre ont subi, depuis environ une quarantaine d'années, de nombreuses et d'importantes transformations. D'autres sont en voie d'achèvement et seront exécutées tôt ou tard, suivant l'importance des crédits disponibles.

Le port de Rouen comprend un bassin principal et deux bassins annexes affectés aux bois et aux pétroles. La longueur totale utilisable est de 6.700 mètres environ. Les voies ferrées du Nord et de l'Etat desservent les deux rives de la Seine dans la traversée de la capitale normande.

Le trafic du port de Rouen a été de 5.350.979 tonnes en 1913. Les marchandises embarquées consistaient surtout en combustibles minéraux, vins, pétroles, matériaux de construction, engrais, bois, produits industriels, agricoles, alimentaires, etc. Parmi les marchandises débarquées dominaient également les combustibles minéraux, puis le sable de verrerie, les matériaux de construction, les bois, les matières premières de l'industrie métallurgique et sucrière, les produits industriels, agricoles et alimentaires.

Le tonnage moyen transporté par batellerie de Rouen au Havre a été de 400.626


LES PORTS
DE LA RÉGION
PARISIENNE.
Kilomètres:
0 1 2 3
Ports
Chemins de fer
N
SEINE-ET-OISE
SEINE
PARIS
Marne
Canal de l'Ourcq
Canal de St-Denis
Canal St Martin
Canal de Saint-Maurice
Canal de l'Ourcq
Chemin de Fer de Ceinture
Port de la Villette
Bassin et
Pantin
Comba
Auberviliers
Pont-de-Flandre
Aubervilliers
St Denis
Ile-St-Denis
Ile Saint Denis
la Briche
St Ouen
Docks de St Ouen
Clichy
Asnières
Levallois-Perret
Neuilly
Courbevoie
Puteaux
Ile de Puteaux
Écluse
Suresnes
Barrage
Argenteuil
Achères
Vieux-Port de Boulogne
Boulogne
Billancourt
St Cloud
Sèvres
Bas-Meudon
Versailles
Ile St Germain
Champs-Élysées
Concorde
Tuileries
Louvre
Conférence
Debilly
Passy
Grenelle
Javel
Issy
Auteuil
Suffren
Bourdonnais
Invalides
Gros-Caillou
Solférino
St Pères
Écluse
Montebello
St Bernard
Austerlitz
Tolbiac
Gare
Bercy
Arsenal
Hôtel-de-Ville
Célestins
Ivry
Port aux pétroles
Port à l'Anglais
Écluse
Alfortville
Écluse
Villeneuve-St-Georges
Juvisy
Écluse
Canal de Saint-Maurice
Écluse
Carrières-Charenton
Charenton
Magasins-Généraux
Gravelle
Écluse
Joinville-le-Pont
Barrage
Barrage
Barrage
Bonneuil
Nogent
la Maltournée
Lagny
Gretz
R.B.

tonnes. Comme Rouen, le Havre a vu son port s'améliorer dans de vastes proportions.

Depuis la guerre, toute cette organisation maritime et fluviale a été mise au service de la défense nationale ; les transports n'ont d'autre but que de favoriser l'écoulement des matières premières nécessaires à nos usines de munitions et de pourvoir au ravitaillement intensif du front français.

On peut voir sur une carte orographique, entre les massifs montagneux et les différentes altitudes d'un sol mamelonné, de vastes espaces libres, ravinés, appelés vallées, où les eaux de ruissellement se rassemblent, se creusent un lit, luttent pour s'ouvrir un chemin vers la mer et créent ainsi les meilleures routes, dont la nature a fait tous les frais, qui ne connaissent ni cahots, ni ornières et n'exigent, en principe du moins, ni préparation, ni entretien coûteux.

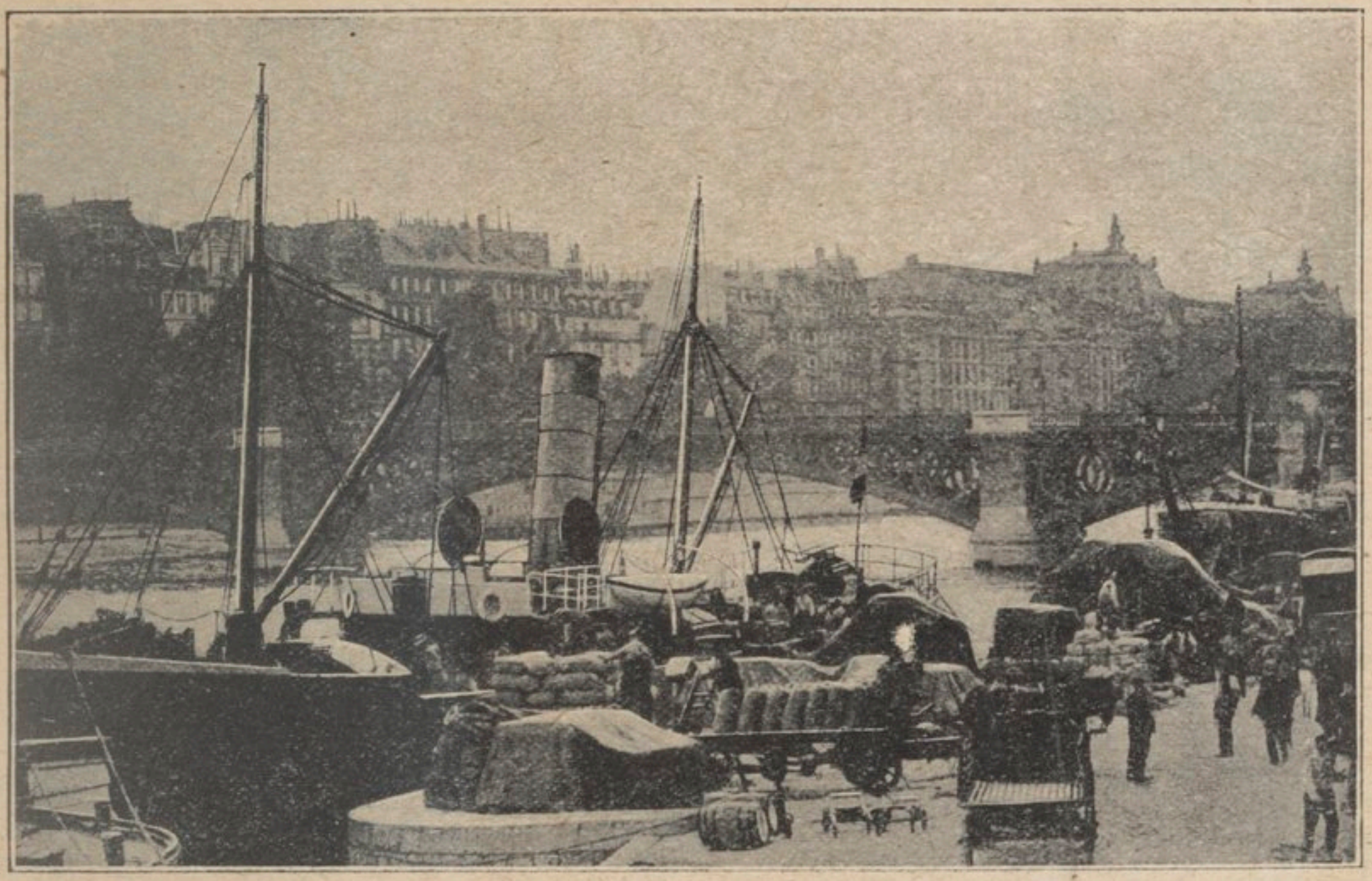
Malheureusement, les voies d'eau ne mènent pas partout et ne sont pas navigables sur tout leur parcours. Elles présentent des rapides, des hauts-fonds, d'inutiles méandres qu'il a fallu corriger par divers artifices tels que digues, écluses, dragages, redressements. Des canaux artificiels ont mis en relation les cours d'eau entre eux et constituent ainsi de véritables réseaux sur lesquels la navigation peut facilement se développer. Mais tel qu'il existe à l'heure actuelle, l'ensemble des voies navigables françaises est loin de répondre aux nécessités du moment.

L'un des plus graves reproches que l'on fasse à la voie d'eau est d'être fréquemment interrompue par le manque..... d'eau ou par les crues, ou bien encore les gelées.

Jusqu'à l'époque de la construction des quais de maçonnerie, Paris était très souvent inondé. Chaque crue amenait un désastre, détruisait un ou plusieurs ponts, entraînait les maisons qu'ils supportaient et quelquefois leurs habitants. De 1649 à 1910 on compte au moins 20 crues réparties sur une période de 262 années donnant pour moyenne une crue importante tous les 13 ans.

Cette périodicité des grandes crues est due à un concours de circonstances faisant coïncider les crues successives des affluents provoquées par des pluies générales et durables avec un autre phénomène météorologique comme une fonte rapide des neiges, ce qui s'est produit précisément lors de la dernière crue de 1910, qui fut un désastre.

Les terribles conséquences de cette crue ont amené les pouvoirs publics à étudier



LE PORT SAINT-NICOLAS EST L'UN DES PLUS FRÉQUENTÉS DANS LA TRAVERSÉE DE PARIS

Il reçoit les bateaux de haut bord qui font encore un service régulier et direct entre Londres et Paris, et l'on y débarque surtout des matériaux de construction.

diverses dispositions tendant à empêcher le retour de pareilles catastrophes.

C'est ainsi qu'on a mis en avant le projet du canal de dérivation de la Marne et celui de la dérivation de la Seine elle-même par le nord, entre l'amont et l'aval de Paris.

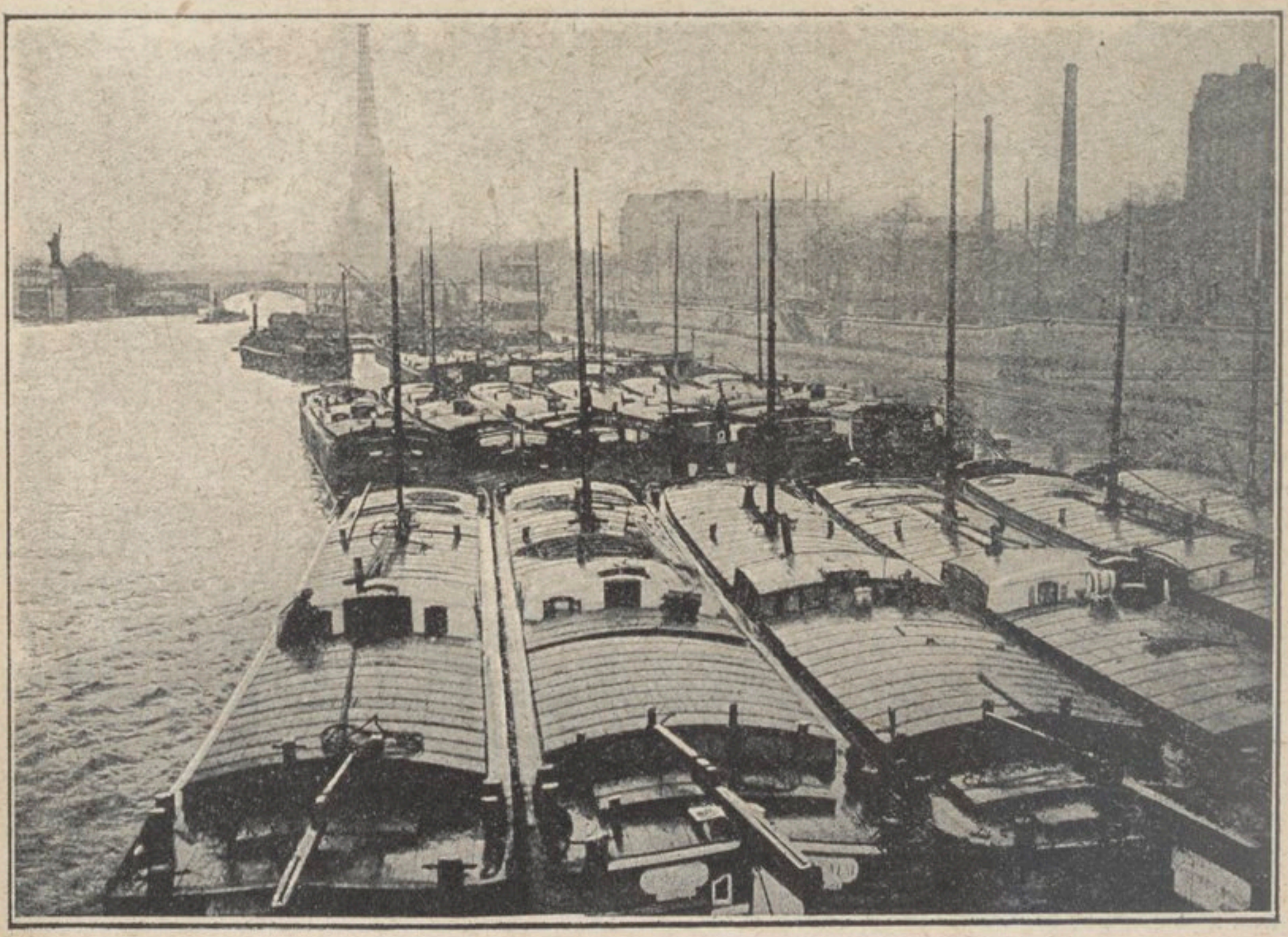
Si, à toutes ces difficultés naturelles, on ajoute celles, non moins importantes, résultant du manque de matériel et d'une main-d'œuvre à peine suffisante pour assurer l'exploitation normale, on conçoit que le transport par les voies navigables devienne, dans certains cas, très pénible. Et cependant, si l'on considère les travaux qui ont été effectués dans les ports de Rouen et du Havre et qui ont permis de faire face à un trafic que nul ne pouvait raisonnablement prévoir, pendant qu'on créait tous les engins nouveaux, tous les moyens de débarquement en un temps relativement court, on se rendra compte de l'activité qui dut être déployée par tous ceux qui ont eu pour mission d'assurer, par la navigation de la Seine, les transports considérables pour lesquels la voie ferrée était nettement insuffisante.

Il faut espérer que les services rendus par la batellerie pendant les hostilités feront mieux apprécier ce que l'on pourrait attendre d'elle pour la prospérité du pays, quand les hostilités auront pris fin ; les pouvoirs publics pourraient s'inspirer des résultats obtenus par elle pendant la guerre, malgré des difficultés énormes, et lui accorder les encouragements qu'elle a bien mérités.

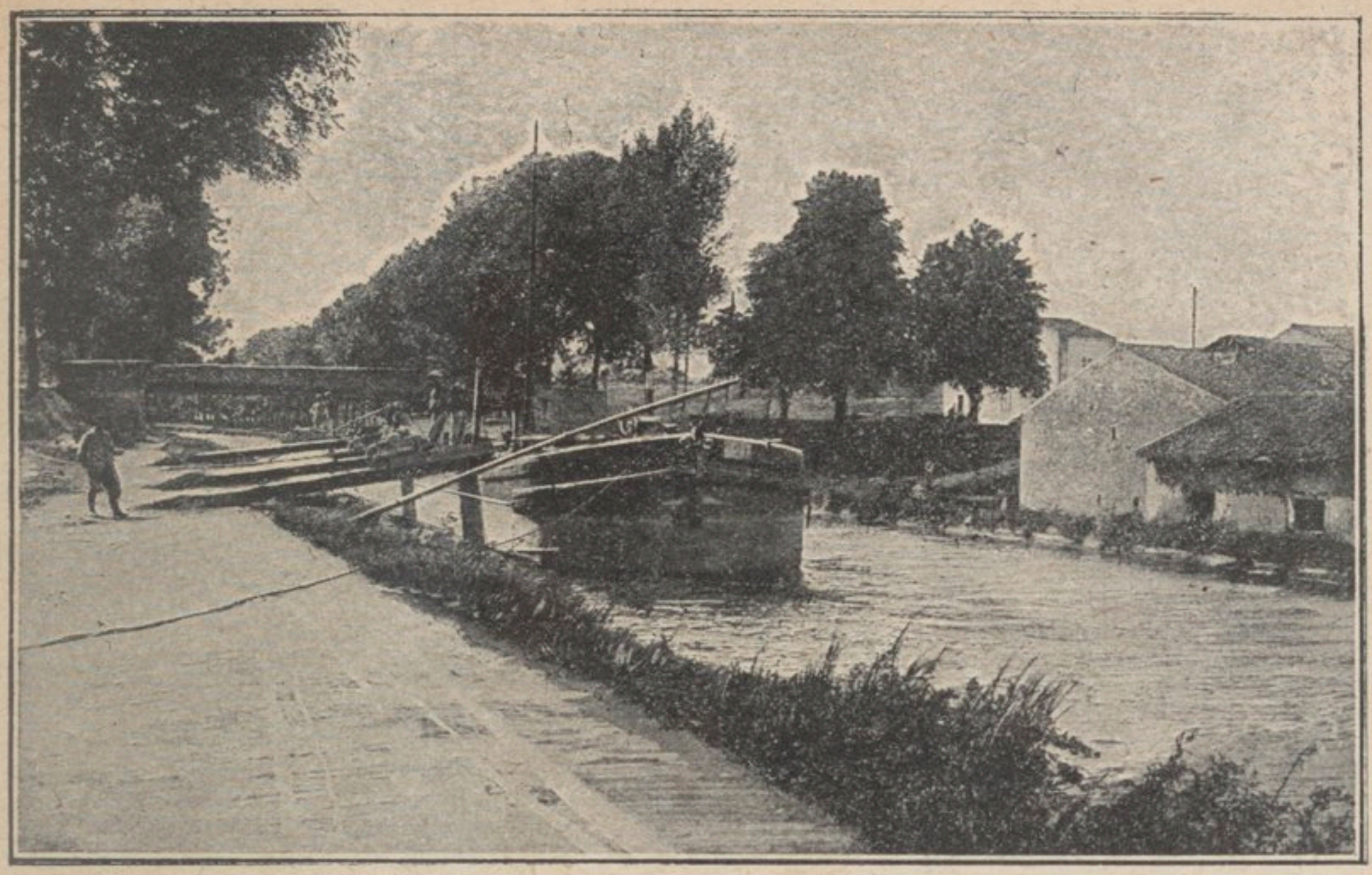
On ne devrait pas oublier que c'est grâce à la navigation fluviale que l'on a pu, lors de la grande grève des chemins de fer, ne pas manquer des approvisionnements indispensables à la population parisienne.

Au lendemain de la paix, et en attendant que les usines, les maisons de commerce, les entreprises de toutes sortes soient réorganisées, l'administration pourra procurer du travail à nos héroïques soldats en appliquant toutes mesures propres à la création et à l'amélioration de l'outillage économique du pays, notamment des chemins de fer, des canaux et des ports maritimes et fluviaux.

Ce sera le meilleur moyen de faire face immédiatement au chômage forcé qui se produira au moment de la démobilisation et de constituer en même temps un matériel plus complet qui, par sa prompte utilisation contribuera à faire diminuer les prix de transport et, par conséquent, ceux des denrées, des matériaux et combustibles, tels que



LE PORT DE JAVEL, DESSERVANT LES USINES DU QUINZIÈME ARRONDISSEMENT



UNE SECTION PITTORESQUE DU CANAL DE LA MARNE AU RHIN, EN TEMPS DE PAIX

la houille, les agglomérés et le bois à brûler.

Ce n'est pas en poursuivant le développement de la navigation intérieure et en recherchant sa meilleure utilisation que l'on portera atteinte au transport par voies ferrées.

L'admirable témoignage de dévouement à la chose publique qu'ont donné et donnent encore les grandes compagnies de chemins de fer empêche toute critique à cet égard, mais il semble que les deux systèmes de transport devraient, au lieu de s'ignorer et de se combattre, concourir ensemble de toutes leurs forces à l'amélioration du bien-être général.

La rivière canalisée n'est pas une rivale dangereuse ni un concurrent ruineux pour la voie ferrée; elle semble en être plutôt l'auxiliaire nécessaire. Si les marchandises périssables, les produits alimentaires et les objets fabriqués doivent circuler avec rapidité et arriver promptement au lieu de destination, certaines matières sans grande valeur, pondéreuses et encombrantes, d'un transbordement difficile, et qui réclament des tarifs d'une grande modération, peuvent circuler avec avantage sur la voie d'eau.

Plusieurs nations ont compris que leur sort économique était intimement lié à l'activité et au perfectionnement des transports à bon marché ; elles ont utilisé les voies d'eau pour conduire les marchandises partout où les chemins de fer peuvent les centraliser facilement parce qu'elles ont eu le sentiment qu'elles prendraient ainsi une supériorité manifeste sur les peuples qui se seront attardés dans de mesquines et stériles questions d'intérêt privé.

C'est donc la mise en pratique de la formule chère aux économistes : à l'eau les marchandises pondéreuses et réunies en masse ; au chemin de fer le soin de constituer ces masses puis de les dissoudre.

Parmi les efforts tentés dans le but de développer nos voies fluviales et nos canaux, il faut citer la création de l'Office de la navigation, qui a joué un rôle important dans la vaste organisation des transports de guerre et qui, à l'heure actuelle, au moment où la pénurie du matériel et de la main-d'œuvre immobilise des stocks considérables de marchandises dans les ports et dans les gares, s'emploie de toute son énergie pour remédier à cet état de choses, qui est une des plaies dont souffre le commerce de la France.

Notre pays traverse une période agitée où tous ses efforts sont tendus vers un même but patriotique. Paris peut devenir encore plus prospère si l'on sait utiliser le précieux et admirable chemin qu'est la Seine. Il sera possible ainsi de contribuer au bien général de notre commerce, de notre industrie, de notre marine, et d'enrichir la nation tout entière par la victoire économique, aussi précieuse que celle remportée par les armes.

Edmond RIVOLIER.

LA "PATINETTE" AMÉRICAINE A MOTEUR

Tout le monde a pu voir, l'été dernier, les enfants parisiens faire de folles parties sur les trottoirs dallés des promenades et des rues, montés sur de simples planches munies de deux roulettes extrêmes et qu'ils dirigeaient au moyen d'un levier de bois agissant sur la roue d'avant.

Pour mettre en marche ce jouet, appelé « patinette », l'enfant met un pied sur la planche mobile et, s'arc-boutant de l'autre pied sur le sol, il lance l'appareil en avant : celui-ci se met à rouler aussitôt et cela d'autant plus vite que l'on choisit généralement pour ce jeu une section de trottoir offrant une pente suffisamment inclinée.

Un fabricant de moteurs américain s'est inspiré du principe de ce jouet parisien pour réaliser une « motopatinette » pouvant permettre aux grandes personnes de franchir sans danger ni fatigue des distances considérables à une vitesse comparable à celle des meilleures bicyclettes.

La plate-forme sur laquelle se tient la personne qui fait usage de ce véhicule d'un nouveau genre, est très surbaissée et rase presque le sol, ce qui lui assure une stabilité parfaite. La roue de support postérieure possède une jante métallique très large roulant à même sur la terre ; le plancher mobile ne peut ainsi se déverser ni à droite ni à gauche, même quand il se déplace à grande vitesse. On a d'ailleurs réussi à écarter complètement tout danger de chute, en disposant de chaque côté de la plate-forme une béquille métallique destinée à servir de support, au cas où se produirait inopinément une rupture d'équilibre par rapport à l'axe longitudinal du véhicule.

La roue d'avant, munie d'un bandage pneumatique de gros diamètre, est entraînée par un moteur à essence vertical pourvu de tous les perfectionnements que l'on trouve sur les motocyclettes des derniers modèles. Le moteur est protégé par des carters qui empêchent l'accès de la boue et de la poussière, et le cylindre est entouré d'un refroidisseur à ailettes rendu très efficace par suite de la position qu'il occupe à l'avant de la machine. Le conducteur tient en main un levier de direction légèrement incliné qui comporte les divers accessoires habituels, tels qu'un frein à double patin sur jante actionné par une transmission en tube élastique du genre Bowden.

JEUNE FEMME SUR SA "PATINETTE" AUTOMOBILE

En résumé, cet appareil, robuste et très soigneusement étudié, constitue à la fois un véhicule de sport et un moyen de locomotion sûr et rapide qui peut être très utile à toutes les personnes ayant à faire de nombreuses courses. Nous ne croyons pas qu'il ait encore été introduit en France, mais cela ne saurait maintenant tarder, Au cours des villégiatures estivales, la motopatinette permettrait aux jeunes gens de très agréables randonnées sur les belles routes de France.

LE TRANSPORT PAR CHEMIN DE FER DES VIANDES FRIGORIFIÉES

Par Octave QUÉNUT

DÉLÉGUÉ AU RAVITAILLEMENT MILITAIRE DANS UN PORT DU SUD-OUEST

L'ÉLEVAGE français a eu à faire face, depuis le début des hostilités, à des besoins nouveaux, et cela dans des conditions toutes différentes de celles qui correspondent à l'état de paix.

L'alimentation d'un front occupé par des effectifs dont la densité a été portée au maximum par l'application du principe germanique de la nation armée, comporte une alimentation de viande proportionnée à la fatigue du soldat. On demande, en effet, à ce dernier une longue suite d'efforts musculaires violents et ininterrompus qui correspondent, non seulement à la marche, mais aussi, de plus en plus, au maniement des outils de pionniers et de terrassiers, ainsi qu'à la manœuvre de très lourdes masses.

Le transport par bateaux, et même par chemin de fer, des bœufs, des moutons et des porcs, qui a lieu en temps de paix, notamment entre la France et l'Algérie, donne lieu à un déchet très important provenant des maladies qui déciment les troupeaux à bord, ou des accidents provoqués par le mauvais état de la mer ainsi que par l'installation défectueuse des parcs aménagés sur les ponts ou dans les entreponts.

Ces circonstances défavorables limitent, et rendent même souvent impossible, le transport en France des bœufs vivants de Madagascar et même des moutons d'Algérie.

La Science et la Vie a décrit dans son numéro spécial de juillet 1915 les établissements grandioses qui permettent à certains

DÉBARQUEMENT DE VIANDE REFROIDIE DANS LE PORT DE BORDEAUX

TRANSPORT DE QUARTIERS DE VIANDE CONGELÉE DANS UN ENTREPOT FRIGORIFIQUE MILITAIRE D'UN PORT DE MER, AU MOYEN DE MONORAILS AÉRIENS

pays exportateurs de viande, comme l'Amérique du Sud, d'abattre les bêtes sur place et de conserver les carcasses dans des entrepôts, à l'intérieur desquels on entretient une température suffisamment basse.

On peut voir, en se reportant à l'article précité, que, suivant le degré de froid auquel on la soumet dans ces magasins, la viande est dite congelée ou simplement frigorifiée.

Dans le premier cas, il est nécessaire de décongeler la viande avant de la livrer à la consommation et ce changement de température doit être conduit avec de très grandes précautions, si l'on ne veut pas provoquer une décomposition ultérieure extrêmement rapide de la marchandise.

La viande frigorifiée, au lieu d'être congelée à des températures pouvant atteindre —15°, est simplement refroidie dans une enceinte maintenue à 0° ou même à la température de la glace fondante soit +4°. Elle ne donne donc pas lieu aux inconvénients qu'entraîne la nécessité de la décongélation.

Les armées alliées, et aussi l'Intendance française, achètent aux éleveurs étrangers d'importantes quantités de viande congelée que transportent en Europe des navires de fort tonnage constituant de véritables entrepôts frigorifiques flottants.

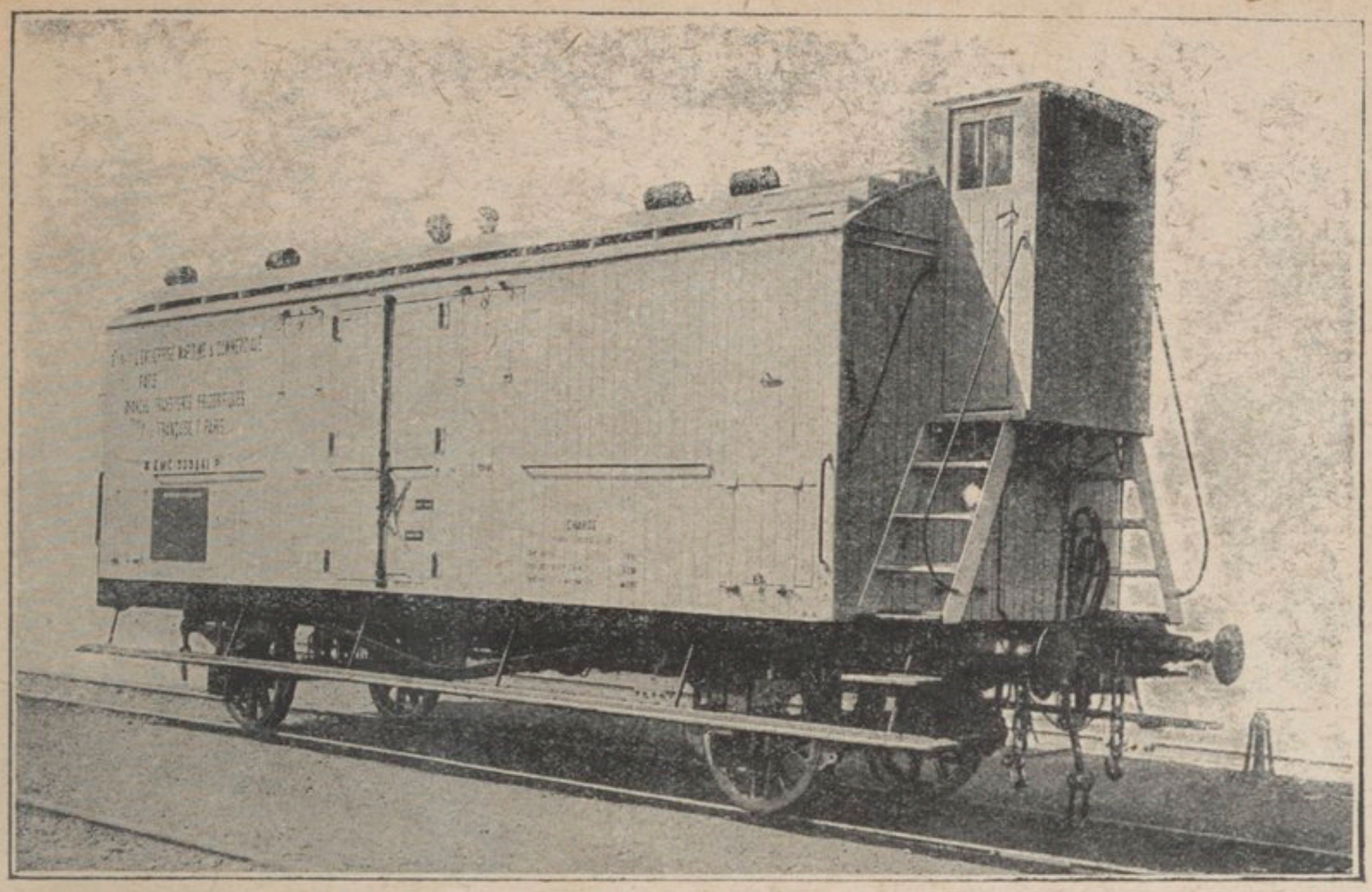
L'un des principaux inconvénients de ce mode de ravitaillement consiste dans les difficultés que l'on éprouve pour amener les viandes en bon état des ports de débarquement jusqu'aux centres de consommation. C'est alors qu'interviennent les trains frigorifiques et les camions spécialement aménagés, chargés d'alimenter les diverses sections des fronts ainsi que les agglomérations de la population civile.

On peut concevoir de plusieurs manières la réalisation pratique d'un train frigorifique. Dans certains cas, on cherche à établir un véritable entrepôt roulant, comportant des appareils producteurs de froid et des véhicules munis d'installations *ad hoc*, propres à la conservation des viandes refroidies.

Une autre solution du même problème consiste à transporter les carcasses, protégées comme on le sait par des enveloppes de toile, dans des wagons spéciaux dont l'atmosphère est rafraîchie au moyen de blocs de glace, et qui sont convenablement ventilés.

L'emploi des trains-usines séduit à première vue, parce qu'il devrait permettre, en effet, de faire accomplir de grands trajets à la marchandise embarquée. Nous verrons plus loin qu'au contraire, les inconvénients de ce système en limitent l'emploi.

La figure de la page 133 montre l'installation intérieure d'un fourgon contenant



WAGON FRIGORIFIQUE FRANÇAIS AMÉNAGÉ POUR LE TRANSPORT DES VIANDES CONGELÉES ENTRE LES PORTS ET LES POINTS DE RAVITAILLEMENT DU FRONT

tous les appareils nécessaires à la production mécanique du froid dans une série de wagons formant un train complet.

Le fonctionnement d'une pareille usine roulante n'est pas aussi simple qu'on pourrait le croire. Indépendamment des avaries qui se produisent dans la machinerie proprement dite et dans les organes de transmission du froid d'un véhicule à l'autre, les incidents de route, si fréquents dans la circulation des trains de marchandises, causent une grande gêne quand il s'agit de maintenir un trafic régulier de viandes congelées ou simplement réfrigérées entre deux points situés à une grande distance l'un de l'autre.

Une rupture d'essieu, un chauffage de boîte suffisent pour motiver le retrait d'un véhicule du train dont il fait partie. Il faut alors garer le convoi dans une station intermédiaire, procéder à des manœuvres souvent très compliquées pour isoler le wagon avarié, puis recomposer le train, qui aura subi ainsi un retard assez important.

La viande contenue dans le wagon différé peut être considérée comme perdue, car souvent la température ne se maintiendra pas au-dessous de la limite nécessaire pour empêcher la décongélation, au moins partielle, de se produire dans de mauvaises conditions. C'est une perte sèche pour l'Etat.

Il en sera de même aussi bien pour les viandes congelées que pour les carcasses simplement frigorifiées, qui offriront une certaine résistance en hiver mais qui seront sujettes, en été, à de nombreux incidents.

D'une manière générale, un train frigorifique comporte un fourgon pourvu d'appareils frigorigènes, un wagon-réservoir pour l'eau et douze à quinze véhicules à parois isolées, de construction spéciale, servant de magasins pour la marchandise.

La machinerie comprend essentiellement un moteur à essence d'une quarantaine de chevaux actionnant un compresseur et deux pompes rotatives, une pour l'eau, l'autre pour la saumure. Un réfrigérant et un condenseur tubulaire complètent l'installation.

Une caisse pleine de saumure et contenant un serpentin rempli aux deux tiers de liqueur ammoniacale constitue le réfrigérant. Le refroidissement de la saumure est produit par l'aspiration d'un compresseur qui, d'autre part, refoule le gaz dans un condenseur formé d'une série de faisceaux tubulaires sur lesquels ruisselle constamment l'eau provenant du wagon réservoir.

Le gaz, après s'être liquéfié, retourne au réfrigérant en traversant un robinet de réglage à flotteur, fixé sur un tableau qui porte deux manomètres dont l'un indique

la pression d'aspiration et l'autre celle de refoulement. Le compresseur est muni de quatre soupapes fonctionnant par paires, ce qui permet à l'une des faces du piston d'aspirer tandis que l'autre refoule.

La pompe renvoie l'eau du condenseur, qu'un tuyau percé de trous fait ruisseler sur le faisceau tubulaire d'où elle tombe dans un bac inférieur avant d'être relevée par une pompe. Le wagon-citerne alimente ce réservoir dans lequel un robinet à flotteur entretient un niveau constant. Le refroidissement du moteur à essence est obtenu par de l'eau empruntée à la conduite de refoulement de la pompe. Les buées qui se forment à l'intérieur du condenseur sont expulsées au dehors au moyen d'un ventilateur.

La saumure froide, refoulée par une pompe rotative, remplit la canalisation générale qui règne sur toute la longueur du train, et retourne au réfrigérant grâce à une tuyauterie souple reliant entre eux les tubes de circulation de chaque wagon.

Arrivé à la gare régulatrice, le train est déchargé dans des entrepôts frigorifiques ou maintenu en stationnement avec son chargement, afin de constituer lui-même un magasin où l'Intendance pourra puiser directement suivant ses besoins.

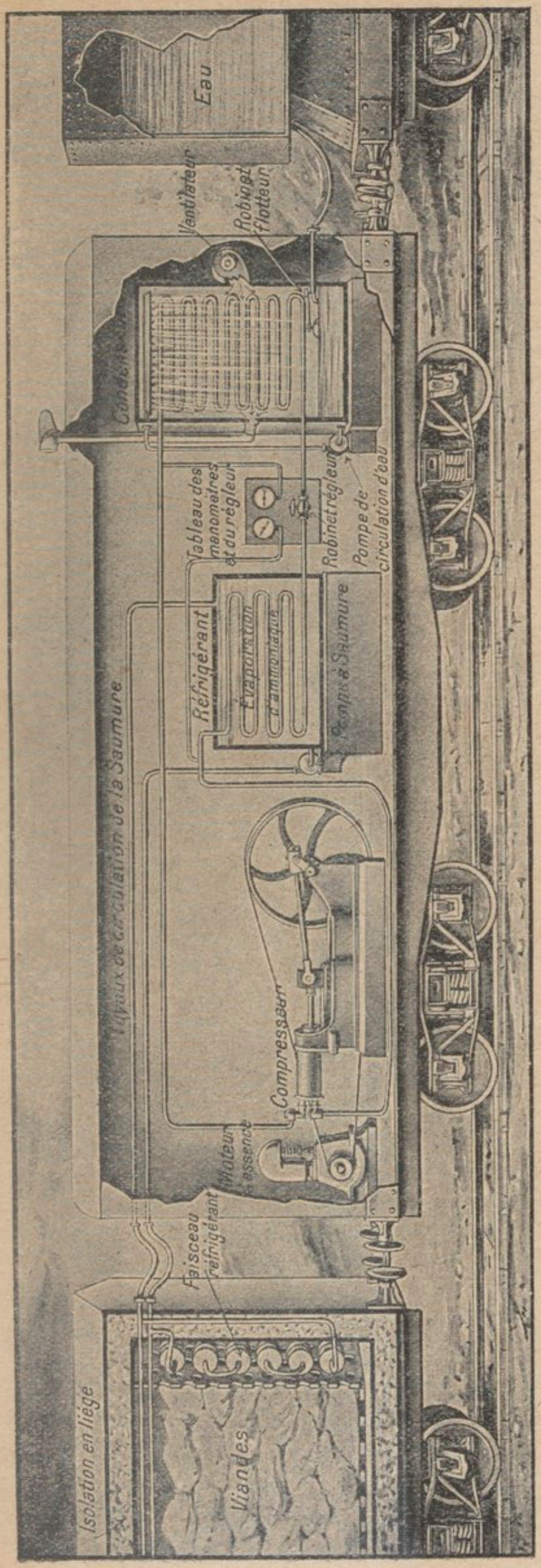
Nous avons dit plus haut que les inconvénients reconnus des trains-usines donnent lieu à de nombreuses perturbations dans leur service. L'utilisation de fourgons dits frigorifiques, ou même de wagons de marchandises ordinaires pourvus d'une simple organisation de fortune, permet d'obtenir des résultats moins grandioses et moins scientifiques, mais certainement beaucoup plus pratiques, surtout en temps de guerre.

La viande frigorifiée ou congelée n'a jamais été chez nous l'objet de la prédilection du public, pour diverses raisons dont la plupart sont bien connues. Les moyens de

CHARGEMENT DE VIANDE REFROIDIÉ DANS DES WAGONS DESTINÉS AU FRONT

transport par voies ferrées dont disposaient les importateurs avant la guerre ne répondaient donc qu'aux besoins d'un trafic assez limité. On employait en France ces wagons spéciaux beaucoup plus pour le transport de denrées périssables, telles que viandes fraîches, poissons, beurre, lait, volailles, légumes et fruits divers, que pour celui des viandes congelées ou frigorifiées.

Environ quatre cents wagons frigorifiques circulaient sur nos réseaux et les trois quarts appartenaient à des particuliers qui les utilisaient pour leur compte, en payant diverses taxes aux compagnies. Cent cinquante glacières étaient affectées aux transports des bières provenant des différentes brasseries existant dans le département de la Seine, de Seine-et-Marne, des Vosges, du Nord, et surtout des bières d'outre-Rhin.



ON VOIT ICI LA MACHINERIE INTÉRIEURE D'UN TRAIN FRIGORIFIQUE A COMPOSITION FIXE

Le fourgon-usine frigorifique est placé derrière le wagon-réservoir, qui sert en quelque sorte de tender ; quinze voitures reliées à l'usine par des canalisations de froid assurent le transport de la viande congelée dans d'excellentes conditions.

Le public disposait d'environ deux cents véhicules appartenant à des sociétés qui les lui louaient, moyennant un droit mensuel ou « au voyage » qu'augmentait le paiement de diverses redevances.

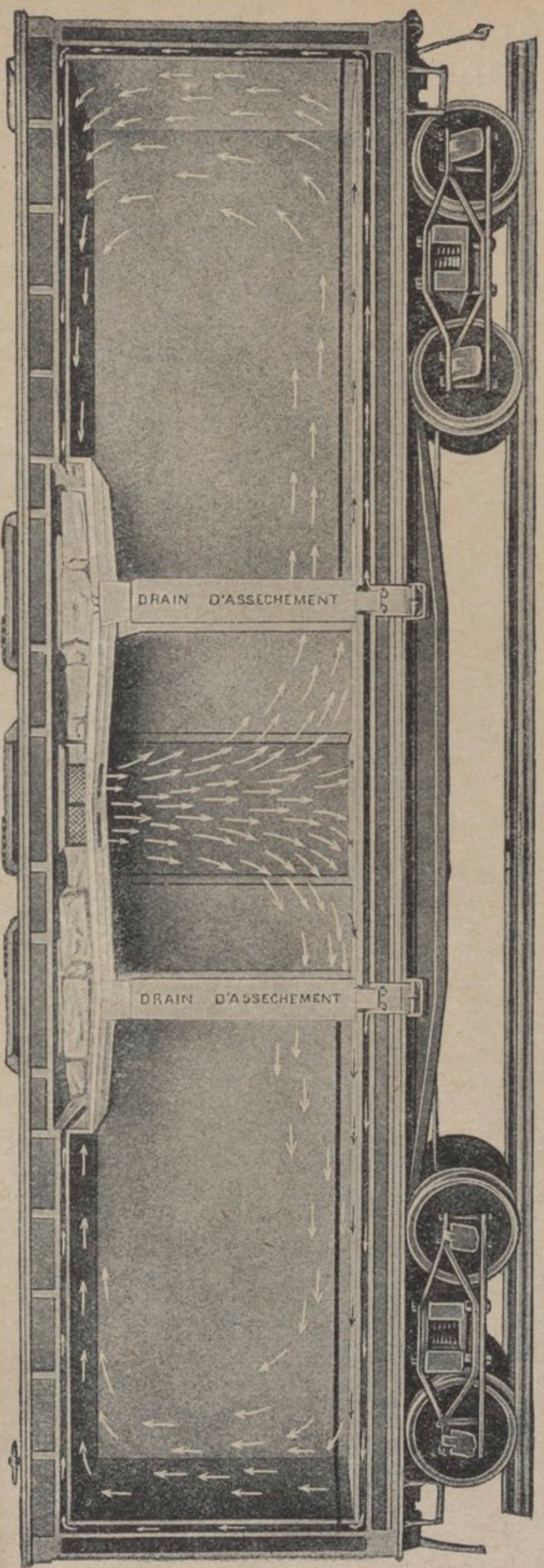
Le tonnage des denrées empruntant la voie ferrée se montait, en 1913, à environ 1 million 500.000 tonnes par an, dont 10 0/0 représentaient l'importance de la circulation des marchandises périssables circulant en wagons frigorifiques.

Or, les envois de viandes conservées à destination du front français, entrepris dès le premier novembre 1914, ont acquis rapidement une telle intensité que le trafic journalier correspond à plus de six cents tonnes.

Ces viandes, provenant de diverses contrées lointaines (Australie, Nouvelle Zélande, République Argentine, Canada, Madagascar, Sénégal) sont débarquées dans nos ports par des vapeurs spéciaux, anglais ou français, dont la puissance d'importation dépasse 62.000 tonnes par mois. Pour faciliter le transbordement des carcasses dans les wagons à la sortie des cales frigorifiques, on a utilisé ou créé des entrepôts (frigorifiques) contenant environ 2.000 tonnes de viande, afin de limiter les pertes que pourrait causer à certains moments le manque de véhicules. Pendant l'hiver les expéditions peuvent se faire facilement dans des wagons ordinaires, mais on a été obligé, en raison du faible effectif des wagons frigorifiques spéciaux dont on disposait, d'étudier un système d'installation de fortune destiné au trafic d'été

Après des essais et des études qui ont duré plusieurs mois, depuis décembre 1914 jusqu'en mars 1915, l'Intendance militaire a adopté un type de wagon destiné aux transports de viandes froides et a déterminé, en outre, ses conditions d'emploi.

Ce genre de véhicule consiste en un wagon à marchandises dont la capacité intérieure est complètement isolée par une



COUPE D'UN WAGON FRIGORIFIQUE AMÉRICAIN MONTRANT LA RÉPARTITION DU COURANT D'AIR A L'INTÉRIEUR DE LA CAISSE

couche de liège ou de tourbe desséchée, de quinze centimètres d'épaisseur. La matière isolante, renfermée dans une double paroi, protège le plancher, la toiture et les panneaux longitudinaux et frontaux de la caisse, ainsi que la porte, qui est dotée d'un mode de fermeture absolument hermétique. Dans les wagons de ce modèle, les viandes peuvent se conserver sans décongélation trop sensible pendant quatre jours, même en été. Dans certains cas, avant de charger les wagons, on les refroidit au moyen d'un courant d'air à —15° ou bien par une circulation de saumure qui agit à l'intérieur de radiateurs. On peut ainsi augmenter d'au moins deux jours la durée possible du trajet des wagons isolés sur les voies ferrées.

Il circule sur les réseaux des Etats-Unis un très grand nombre de fourgons frigorifiques à boggies dont les caisses ont en général 12 mètres de longueur sur 2 m. 50 de largeur et 2 m. 20 de hauteur. La capacité disponible de ces véhicules est donc un peu supérieure à 65 mètres cubes, ce qui permet de transporter de 27 à 36 tonnes de viande. Ces wagons sont réfrigérés soit au moyen de blocs de glace, soit par des radiateurs contenant un mélange de glace et de sel. D'autres dispositifs consistent à enfermer de la glace dans des panneaux creux, dans des tubes ou des caisses métalliques, ou encore dans des espèces de râteliers qui garnissent la toiture ou les panneaux extrêmes des véhicules.

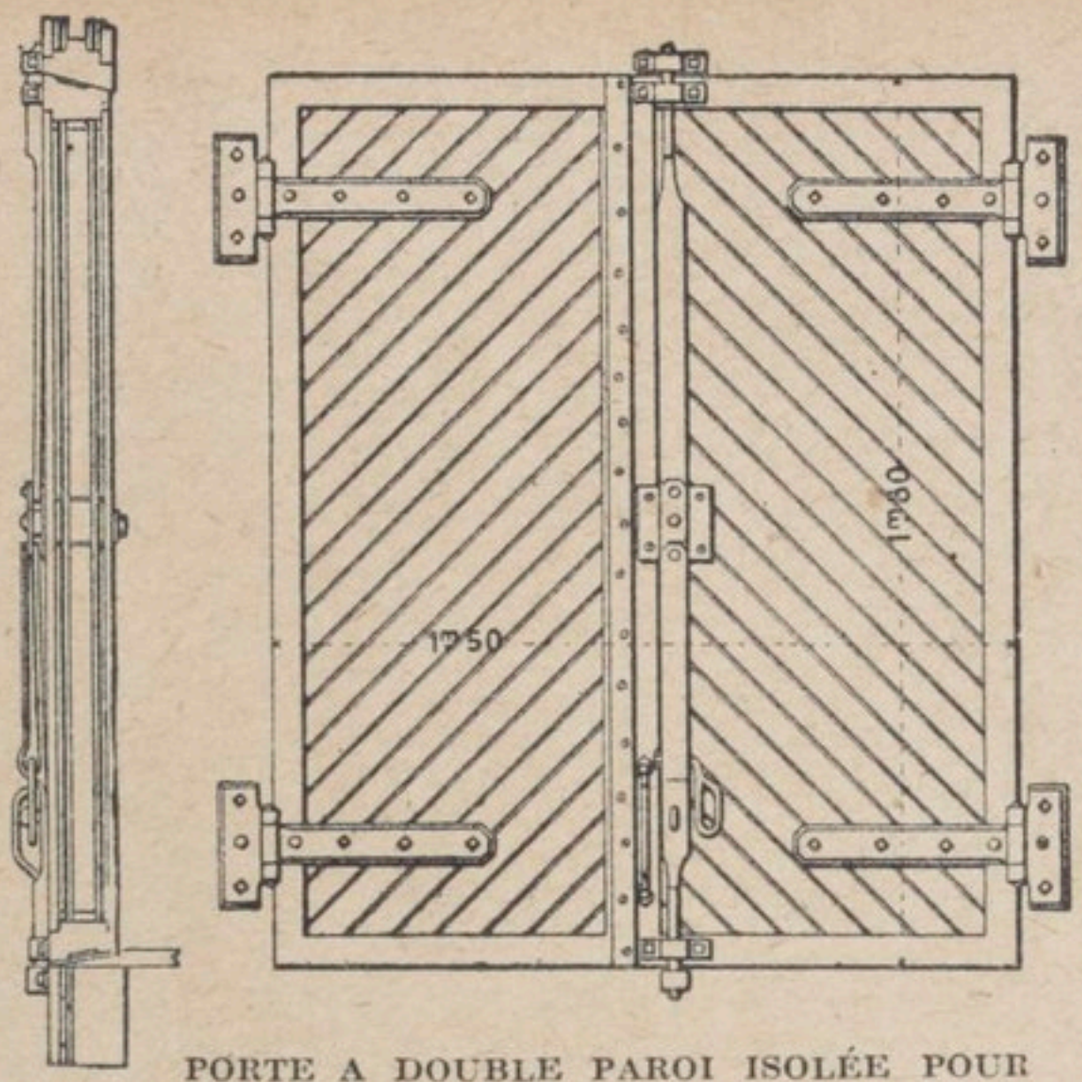
Comme nous l'avons fait remarquer plus haut, le refroidissement de la toiture est le seul système qui permette d'obtenir une température uniforme dans toute l'enceinte d'un wagon, et, en outre, d'y entretenir un degré de siccité de l'air satisfaisant.

La température intérieure des wagons réfrigérants est voisine de +4° et la consommation de sel nécessitée par l'entretien des véhicules refroidis par la saumure est de 5 kilos et demi pour 45 kilos de glace, soit environ 12 0/0.

Les illustrations page 135 représentent la disposition des chambres à glace dans un fourgon frigorifique du système américain Bohn. Ce mode de réfrigération donne un résultat inférieur à celui qu'on obtient au moyen du wagon représenté ci contre, car

l'on peut voir que, dans ce dernier cas, l'air est brassé de manière à assurer l'uniformité de température et l'absorption immédiate et complète de l'humidité ambiante.

Les portes isolées de ces véhicules sont du type à double paroi (voir la figure ci-contre).



PORTE A DOUBLE PAROI ISOLÉE POUR LA FERMETURE D'UN FOURGON FRIGORIFIQUE

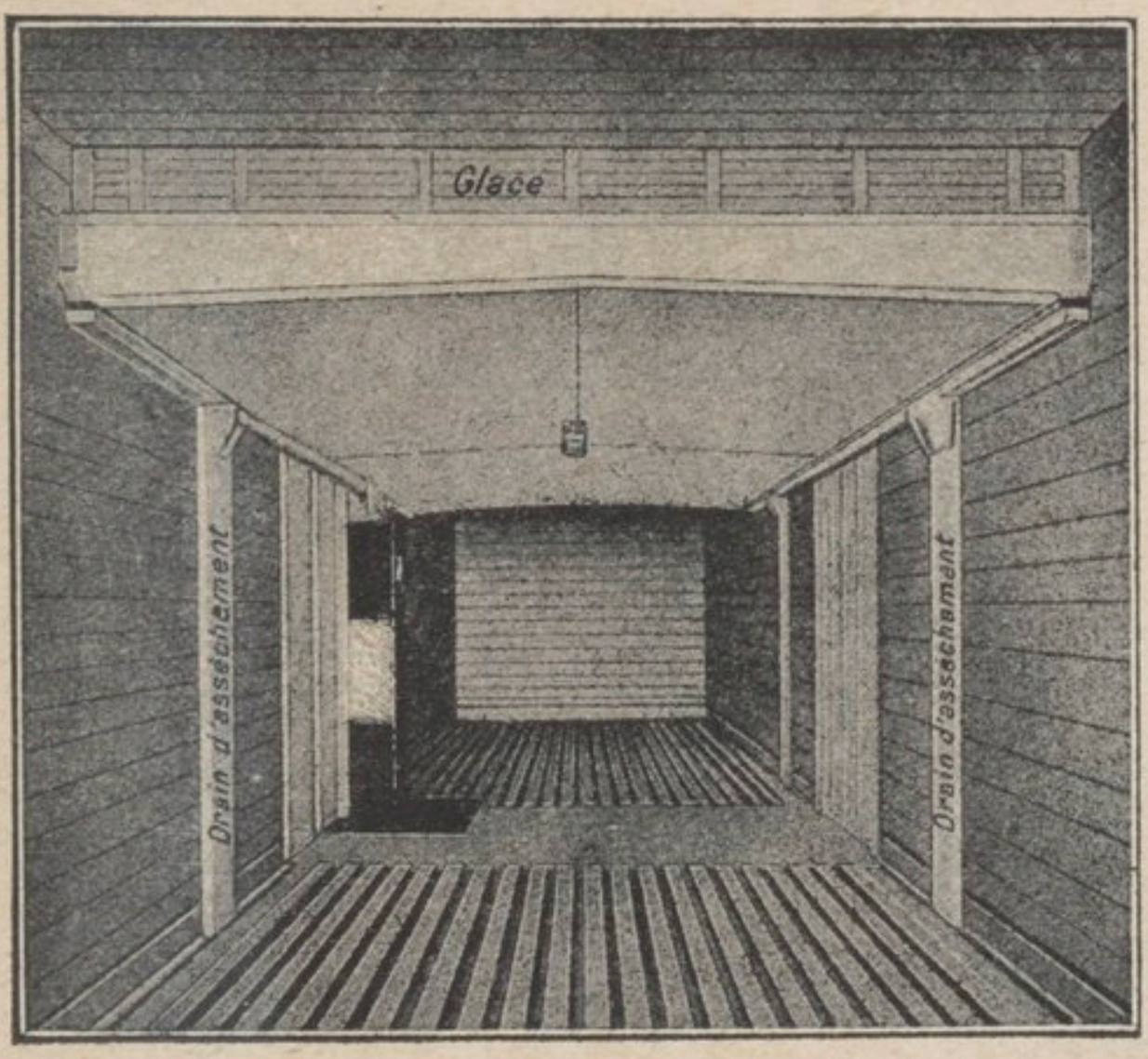
La réalisation d'un véhicule frigorifique repose sur quelques principes très simples de physique domestique, plutôt qu'industrielle, mais dont l'observation est très souvent négligée, aussi bien par les Compagnies de chemins de fer que par les particuliers désireux d'installer dans leur domicile un vulgaire garde-manger.

Ces bases, sans le respect desquelles aucune conservation de matière organique ne saurait avoir lieu, consistent surtout dans la parfaite régularité de la température et dans une ventilation suffisante pour assurer un renouvellement d'air constant autour des denrées fragiles.

Une autre précaution très importante est d'empêcher tout contact entre les produits transportés et les blocs de glace qui, dans beaucoup de cas, servent à produire l'abaissement de la température. Sans l'observation stricte de cette règle de prudence fondamentale, la viande, et encore plus les poissons, frais ou réfrigérés, entrent rapidement en décomposition dès qu'ils ont été débarqués.

La production d'une température très sensiblement uniforme dans l'enceinte d'un wagon contenant environ de 40 à 80 cubes d'air, constitue un problème compliqué que l'on n'a pu résoudre qu'au prix de longs tâtonnements. On a fini par constater que dans tous les véhicules ayant leurs bacs à glace placés aux extrémités de la caisse, la température se relève assez rapidement vers la région médiane située vis-à-vis des portes centrales.

Ce phénomène s'explique rapidement par le fait que l'air froid ne se propage pas dans une direction horizontale, mais qu'il a, au contraire, une tendance marquée à tomber vers le plancher. Il se trouve ainsi chassé des régions supérieures de l'enceinte du wagon par l'air chaud que sa densité moins grande y amène très naturellement.



INTÉRIEUR D'UN WAGON FRIGORIFIQUE

La glace est placée dans des bacs fixés au plafond et des drains servent à évacuer l'eau de décongélation pour dessécher l'atmosphère.

La ventilation est également une nécessité primordiale dans les wagons réfrigérants, car on ne peut réussir à conserver aucune denrée dans une atmosphère partiellement confinée.

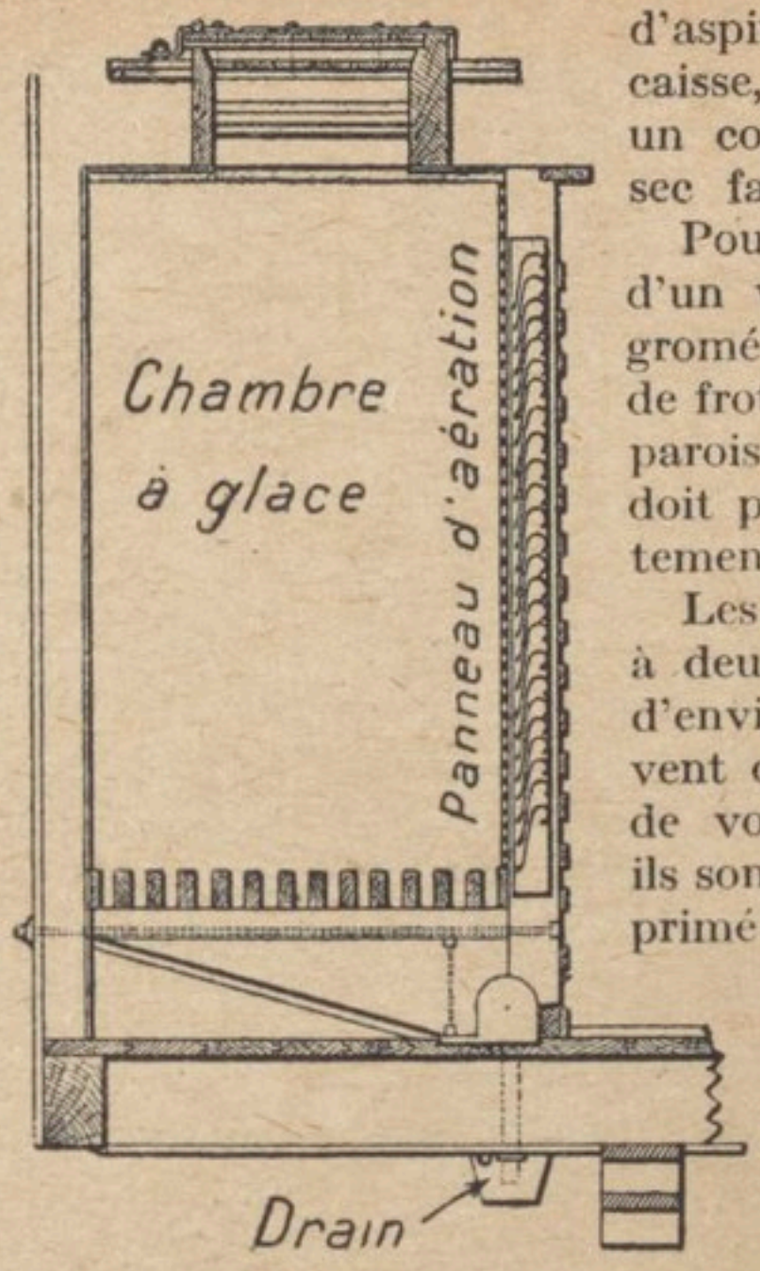
Ces observations pratiques ont conduit certains propriétaires français de wagons

frigorifiques à construire, en vue de la location, des véhicules dans lesquels des bacs à glace horizontaux sont placés au voisinage immédiat du plafond et non pas le long des parois extrêmes ou longitudinales.

Une autre nécessité inéluctable de ce trafic spécial est l'existence de drains suffisants pour assurer l'évacuation totale et continuelle de l'eau produite par la fusion de la glace, et par la condensation de l'air humide sur les parois froides du wagon réfrigérant.

L'humidité est en effet un puissant facteur de destruction des tissus quand elle se produit concurremment avec un relèvement de température trop rapide à la surface d'une matière organique préalablement soumise à un refroidissement plus ou moins énergique.

On doit donc chercher à renouveler l'air sans nuire au refroidissement des denrées. Les appareils d'évacuation d'air étant placés au centre de la toiture, et les orifices d'aspiration aux extrémités de la caisse, il s'établit ainsi à l'intérieur un courant d'air continu froid et sec favorable à la conservation,



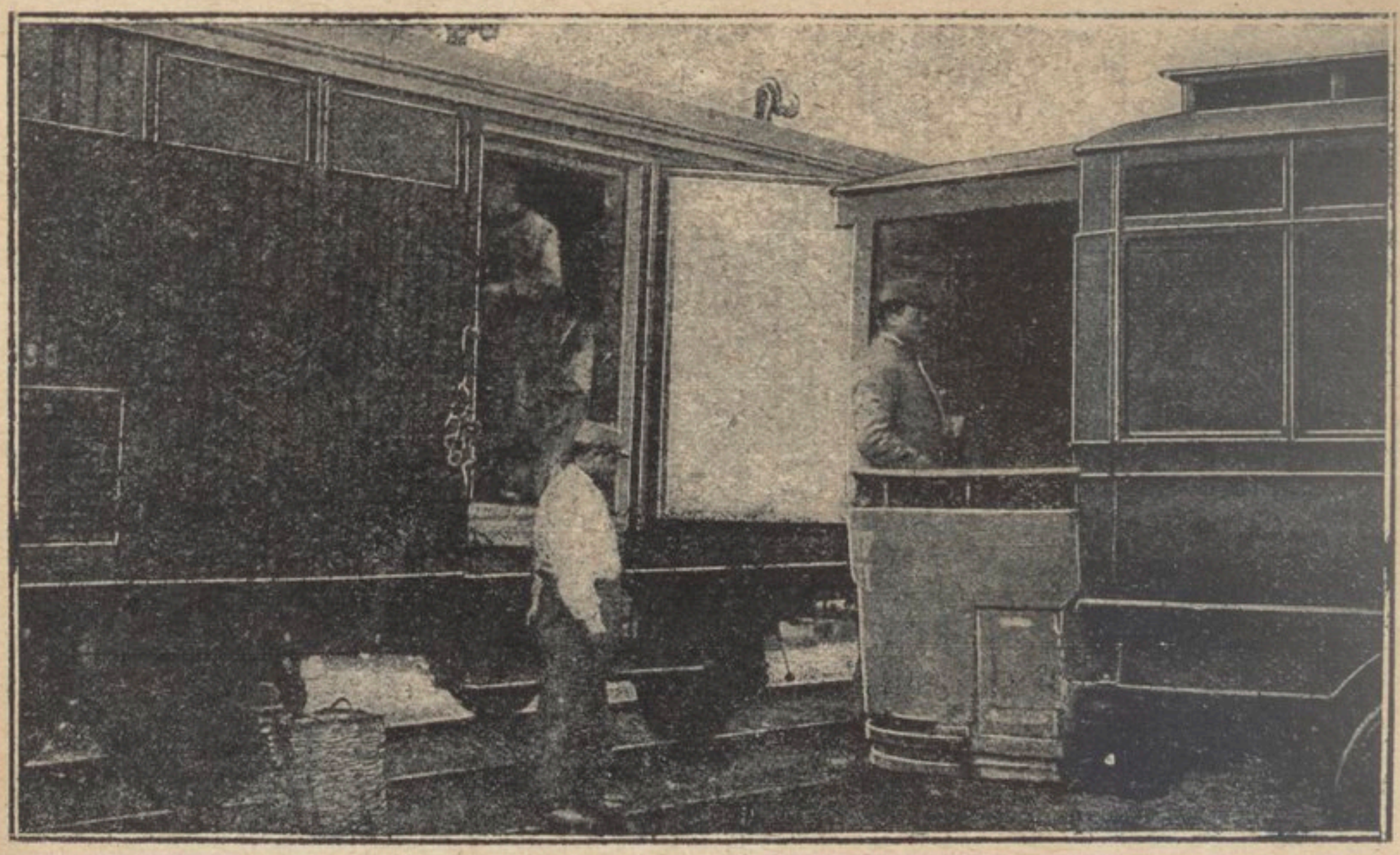
BAC A GLACE D'UN ANCIEN WAGON FRIGORIFIQUE

Ce dispositif est défectueux parce que l'on ne peu maintenir une température uniforme dans le wagon qu'en plaçant les bacs au plafond.

Pour constater si l'atmosphère d'un wagon présente un état hygrométrique satisfaisant, il suffit de frotter une allumette contre les parois intérieures. Cette allumette doit prendre feu au premier frottement si l'air est assez sec.

Les wagons français, en général à deux essieux, ont une capacité d'environ 40 mètres cubes et peuvent circuler dans tous les trains de voyageurs même express, car ils sont munis du frein à air comprimé Westinghouse, de l'intercommunication électrique et de conduites servant à la circulation de la vapeur pour le chauffage des trains par la locomotive en hiver.

L'administration militaire a cru pouvoir supprimer la décongélation méthodique pour les viandes qu'elle destine à la consommation du front. On transporte les quartiers dans des wagons à marchandises quelconques puis dans des autobus jusqu'au centre de distribution. Elles se décongèlent ainsi dans



TRANSBORDEMENT DE VIANDE FRIGORIFIÉE DU WAGON RÉFRIGÉRANT DANS UN AUTOBUS

une certaine mesure en cours de route et les instructions spéciales relatives à l'emploi de cette denrée en prescrivent la cuisson presque immédiate dès son arrivée, c'est-à-dire aussitôt après le découpage. Pour les bouillons et les ragoûts on doit éviter une ébullition rapide, car la viande congelée se désagrège beaucoup plus facilement que celle qui provient directement des boucheries. Au contraire, les grillades et les rôtis se préparent au moyen d'une cuisson extérieure rapide qui retient le jus à l'intérieur

CHARGEMENT D'UN AUTOBUS DE RAVITAILLEMENT PAR LES BOUCHERS MILITAIRES

des morceaux. Il faut noter que l'on ne doit jamais conserver dans des plats des morceaux non cuits, car tous leurs sucs nutritifs ne tarderaient pas à s'écouler et seraient perdus, sans compter qu'ils contribueraient à précipiter la décomposition des tissus.

Cette manière d'opérer n'est pas admise en ce qui concerne l'alimentation des populations civiles et, dans ce cas, on opère la décongélation très lentement dans un courant d'air sec en faisant séjourner les viandes dans des chambres spéciales où règne une température légèrement supérieure à 0°

La principale difficulté de l'opération consiste à soustraire la viande pendant la décongélation à l'action nuisible de l'humidité qui en provoquerait l'altération rapide. A cet effet, les chambres de décongélation sont réchauffées au niveau des parquets par une canalisation de vapeur à + 15°, tandis que leur plafond est au contraire refroidi au moyen d'une tuyauterie dans laquelle circule une saumure à — 20° Les quartiers de viande sont suspendus le long de barres métalliques au moyen de crochets, de manière à ce qu'il n'existe entre eux aucun contact. Dans ces conditions l'air chaud s'élève dans la chambre et absorbe l'humidité qui vient se déposer sur la canalisation supérieure. L'air froid tombe vers le parquet et s'y réchauffe au contact de la tuyauterie de vapeur.

Tel est l'ensemble des mesures prises pour l'alimentation de nos troupes et de nos villes en viandes conservées. Elles correspondent à des besoins considérés en ce moment comme temporaires, mais elles se trouveront certainement insuffisantes, si, comme tout le fait prévoir, la consommation de la viande frigorifiée se développe en France — ouvertement cette fois — comme c'est le cas dans nombre de pays européens, notamment en Angleterre, où les plus succulents rosbifs proviennent souvent de Sydney ou de Montréal plutôt que des centres d'élevage, pourtant très renommés, situés non loin de Londres.

OCTAVE QUÉNUT.

LE TRAIN-EXPOSITION AMÉRICAIN CIRCULANT DANS UNE RUE DE WASHINGTON

Il s'arrête à chaque carrefour, et les promeneurs peuvent y monter pour satisfaire leur curiosité.

UN TRAIN-EXPOSITION AUX ÉTATS-UNIS

Par Charles SALLANDROUZE

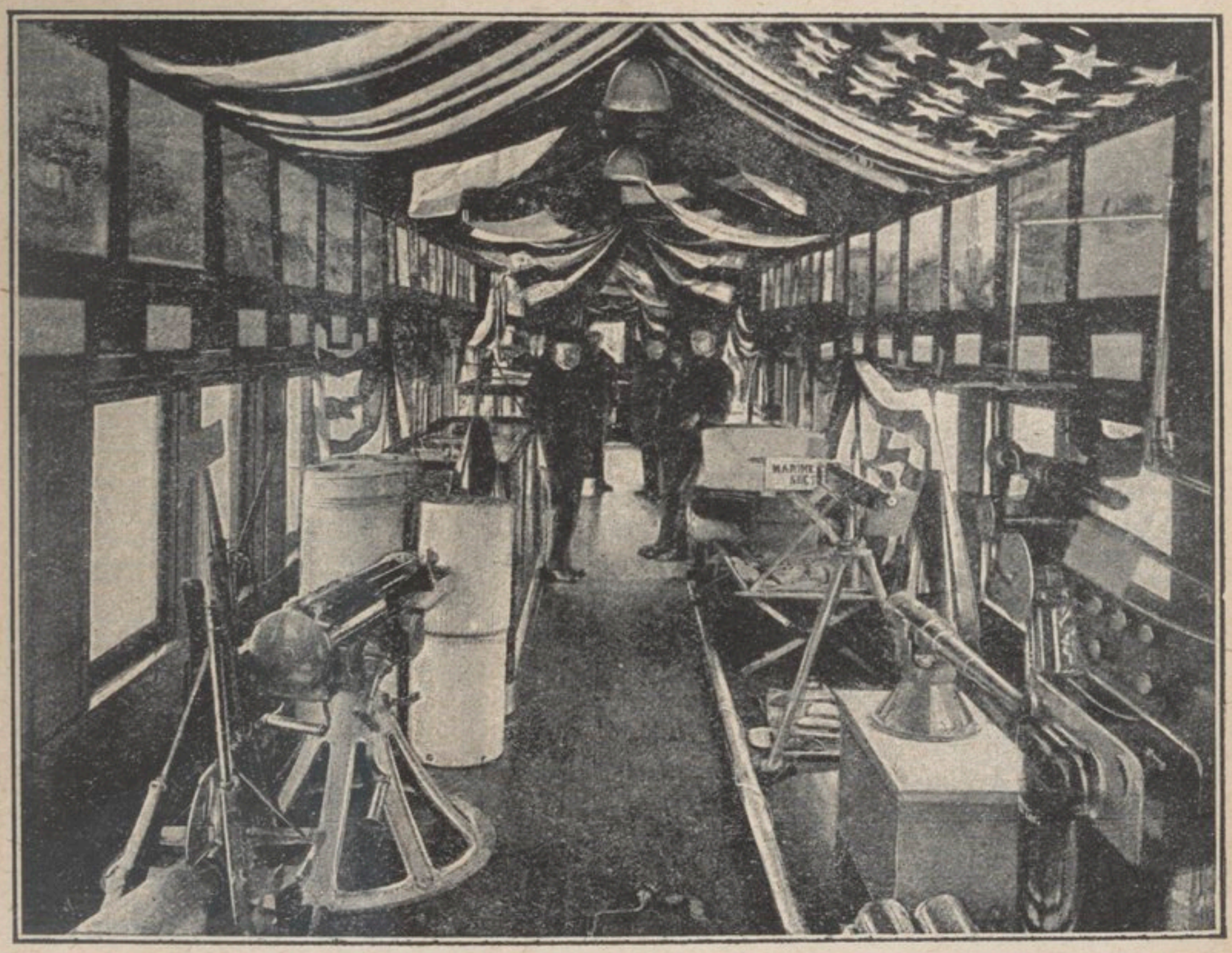
Le public se porte généralement en masse vers les exhibitions et les salons qui lui offrent en spectacle des objets propres à flatter ses goûts, tels que tableaux ou sculptures. Il est de même attiré dans les vastes halls des expositions universelles, des « *World's Fairs* », comme disent les Américains, parce qu'il y trouve groupés, avec ordre et science, des machines, des instruments et des méthodes propres à lui permettre d'améliorer les résultats de son travail et d'augmenter par là sa propre richesse.

Dans d'autres cas, au contraire, la foule se montre peu empressée vers les exhibitions, quand elle s'attend, par avance, à ne voir dans leurs salles que des appareils et des inventions rappelant de près ou de loin les misères et les souffrances de la vie humaine, même quand ces nouveautés s'appliquent au sauvetage des personnes, à l'hygiène des travailleurs, et, en général, à l'adoucissement des maux qui menacent les habitants des villes et des campagnes.

Les enseignements qu'il peut tirer d'une visite à une telle exposition ne semblent pas toujours compenser aux yeux du public les quelques minutes d'attention plus ou moins distraite qu'elle exigera de lui.

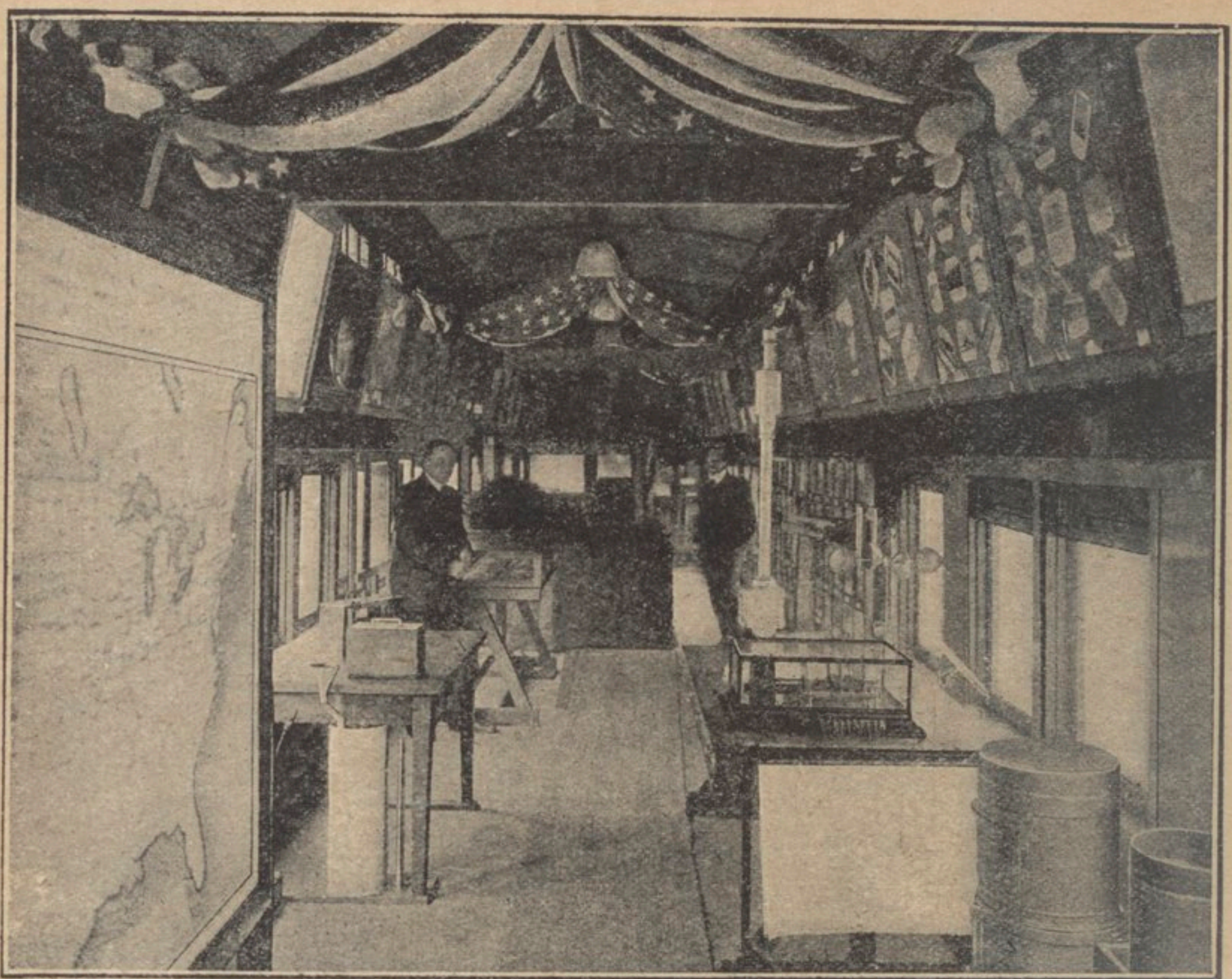
Il faut donc alors forcer la main au visiteur récalcitrant et imaginer un moyen de l'attirer malgré lui vers l'étude de ces questions sévères et peu réjouissantes, mais qui prennent cependant chaque jour plus d'importance dans la vie moderne.

Le ministre de l'Intérieur des Etats-Unis a eu à ce propos une idée originale en pensant



L'EXPOSITION PARTICULIÈRE DU MINISTÈRE DE LA MARINE AMÉRICAINE

Divers modèles de canons, d'obus, de gargousses et d'engins navals divers remplissent ce wagon



VOITURE RÉSERVÉE AUX APPAREILS DU BUREAU CENTRAL MÉTÉOROLOGIQUE

La prévision du temps et surtout l'annonce des tempêtes intéressent aussi bien le marin que le cultivateur dont les ouragans menacent à chaque instant l'existence ou les biens.

que si le public américain ne voulait pas se déranger pour visiter une exposition, c'était cette dernière elle-même qui devait se déplacer pour aller au-devant de lui.

De là est née l'exhibition ambulante circulant sur les voies ferrées et destinée à vulgariser, parmi la nombreuse population des cités et des campagnes américaines, les appareils et les progrès scientifiques ayant pour but de sauvegarder l'existence des individus, de protéger leurs biens et, en général, d'assurer la défense de tous leurs intérêts matériels aussi bien que moraux.

La réalisation d'une pareille idée eût conduit à un insuccès financier certain si le ministère n'avait pas trouvé une aide matérielle très efficace auprès des compagnies de chemins de fer des Etats-Unis, tant au point de vue de la fourniture des voitures nécessaires pour l'installation de l'exposition ambulante que de la traction du train sur l'immense réseau de voies ferrées réunissant les principales cités de l'Union.

La Compagnie du Baltimore & Ohio Railroad a bien voulu prêter gracieusement douze grandes voitures à bogies qui ont été spécialement aménagées afin de recevoir les différents objets et appareils exhibés, qui sont rangés le long des parois et des fenêtres des véhicules. Une allée centrale, suffisamment spacieuse, est réservée au milieu de la voiture pour la circulation des visiteurs.

Etant donné que les voies ferrées américaines traversent très souvent les villes à niveau et passent même dans certaines rues, l'arrivée du train-exposition ambulant, remorqué par une puissante locomotive, force invinciblement l'attention et attire le public vers un genre d'études pour lequel il montre en général peu de goût.

L'exposition a été inaugurée par le président Wilson, le 1er mai 1916, et a quitté ensuite Washington pour visiter successivement toutes les grandes villes situées dans la Pensylvanie, l'Ohio, l'Illinois, l'Indiana, etc., telles que Philadelphie, Baltimore, Saint-Louis, Cincinnati. Le séjour du train dans chaque cité varie de vingt-quatre à

WAGON RENFERMANT L'EXPOSITION DU MATÉRIEL DE LA CROIX-ROUGE

Le matériel sanitaire auxiliaire destiné à l'armée et à la flotte intéresse beaucoup le peuple américain, qui a concouru à l'organisation de nombreuses ambulances sur les divers fronts des Alliés.

quarante-huit heures, suivant qu'il excite plus ou moins la curiosité des habitants.

Après cette première tournée urbaine, on a fait circuler l'exposition nomade sur des lignes secondaires, afin de faire connaître aux populations rurales, à qui elle est surtout destinée, le matériel qu'elle comporte.

Nombreux et variés sont, en effet, les sujets auxquels touche cette intéressante collection d'appareils pour la plupart scientifiques.

Le Service de l'Hygiène publique a vu dans cette innovation originale une occasion nouvelle de mettre sous les yeux de milliers de personnes les installations et les méthodes indispensables pour organiser une lutte efficace contre les grands fléaux épidémiques qui sévissent sur cet immense pays, tels que la fièvre jaune, le choléra et le typhus. On a pu ainsi faire mieux connaître, aux citadins comme aux paysans, les procédés qui servent à protéger l'eau et les aliments des souillures susceptibles de propager les germes morbides. De nombreux tableaux graphiques montrent les résultats obtenus, notamment en ce qui concerne l'amélioration de l'hygiène des travailleurs dans les grandes villes américaines, qui présentent en général des taux de mortalité très peu élevés.

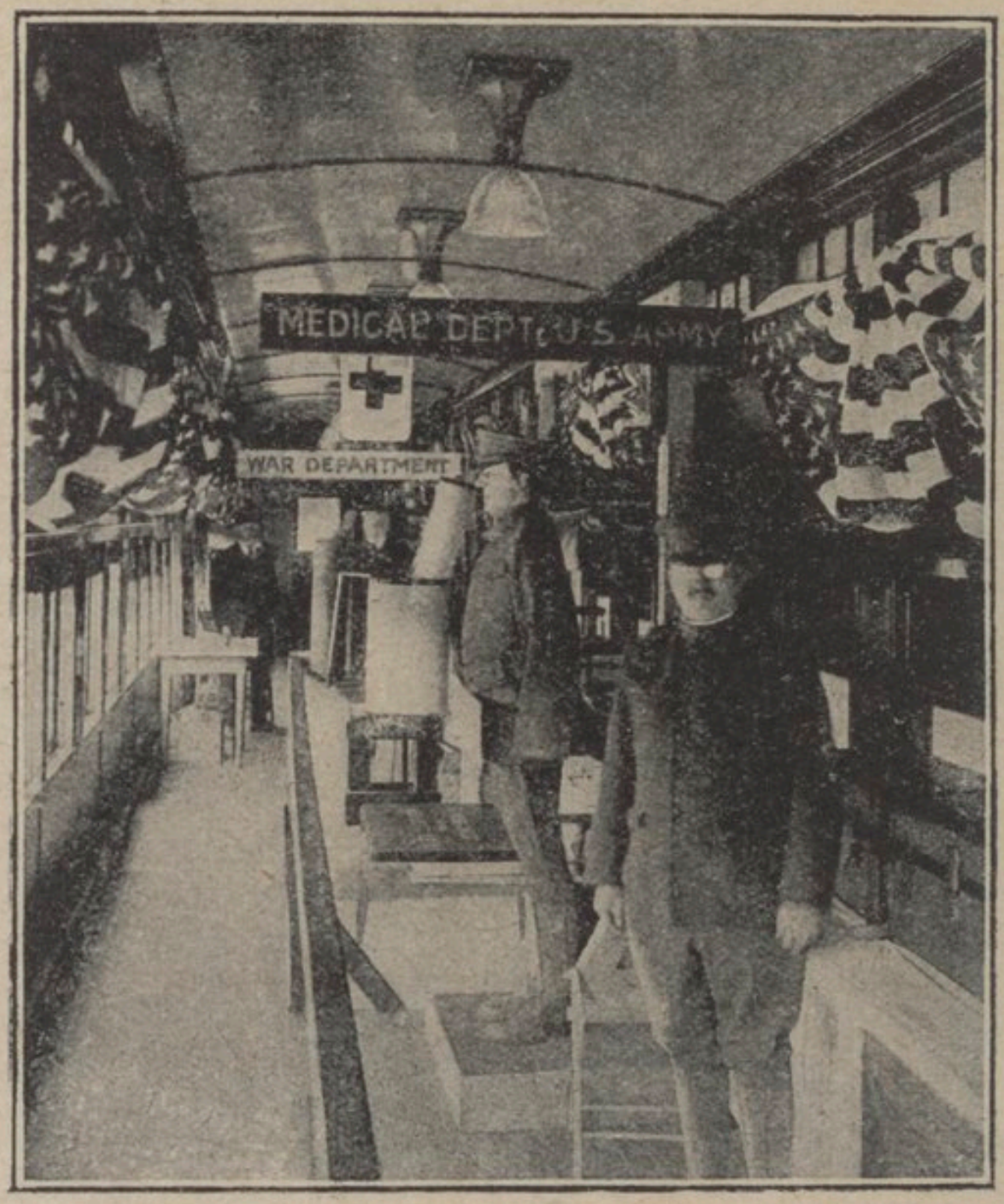
L'immense développement des côtes maritimes des Etats de l'Union, tant sur l'Atlantique que sur le Pacifique, ainsi que le long parcours de leurs cours d'eau, donnent une importance particulière aux divers moyens de sauvetage maritimes et fluviaux.

Un nombreux personnel de gardes-côtes et de bateliers spéciaux dispose d'un matériel très perfectionné comprenant des bateaux de sauvetage à rames, à voiles ou à moteurs, des canons porte-amarres, des bouées, des postes fixes et mobiles de téléphonie sans fil, etc., qui permettent de secourir avec promptitude et avec efficacité les personnes en danger de se noyer ou victimes d'accidents.

Le Bureau des Mines présente une série très complète d'appareils de secours s'appliquant aux multiples périls qui menacent continuellement l'existence des mineurs. On voit, notamment, exposé là le contenu de

véhicules automobiles étudiés sur le modèle des installations allemandes et destinés à se porter rapidement au secours des mineurs ensevelis ou blessés à la suite d'un coup de grisou ou d'un incendie. De nombreux masques respiratoires et des réservoirs permettant de circuler impunément dans des galeries souterraines après un sinistre montrent aux exploitants de mines et de carrières les moyens d'assurer la sécurité de leur nombrenx personnel.

Un Service météorologique spécial est chargé de signaler aux navigateurs la marche des tempêtes et des orages, si terribles notamment dans les parages du golfe du Mexique. Une autre section du même bureau s'occupe de prévoir, de signaler et de mesurer les crues des fleuves et rivières. On conçoit l'utilité de ces indications dans un pays qui est parcouru par des cours d'eau de l'importance du Missisipi, du Missouri, etc., sujets à des variations de débit subites qui causent tout le long de leurs rives de fréquents désastres.



SECTION DU SERVICE DE SANTÉ DE L'ARMÉE AMÉRICAINE

On voit sur la photographie deux mannequins représentant des blessés dont l'un est muni de lunettes spéciales.

Parmi les autres dangers qui menacent, aux Etats-Unis, la vie de l'habitant des villes, aussi bien que celle du campagnard, on doit citer la fréquence des incendies, qu'augmente encore le grand nombre des bâtiments construits uniquement en bois, qui abondent surtout dans l'Ouest. Les voies ferrées, démunies de barrières, traversent d'immenses forêts dans lesquelles les escarbilles enflammées, lancées par les cheminées des locomotives, allument des incendies dévastateurs. L'Administration des Forêts a donc saisi avec empressement l'occasion de répandre les méthodes employées par elle pour limiter et pour éteindre les incendies dans les grandes forêts américaines.

A côté de ces préoccupations toutes pacifiques, les Etats-Unis nourrissent aujourd'hui le projet d'augmenter leurs forces militaires terrestres et maritimes, de manière à pouvoir intervenir plus tard avec quelques chances de succès dans les conflits armés qui peuvent les menacer, eux ou leurs alliés.

Les départements de la Guerre et de la Marine ont donc réuni, dans deux voitures spéciales, une collection d'armes et de modèles destinés à montrer les résultats que le gouvernement fédéral se propose d'obtenir en ce qui concerne la mise au point de l'armée et de la flotte.

On voit là, à côté de modèles de tourelles destinées aux superdreadnoughts géants, des torpilles, des mines sous-marines et des canons de tous calibres, depuis le modeste canon de 47 mm jusqu'aux énormes pièces de côte et de marine. Des modèles de submersibles, de fusils, des mitrailleuses complètent cette exhibition militaire.

Telle est dans son ensemble l'exposition ambulante américaine qui a pu naître et vivre grâce à une étroite et intelligente collaboration des pouvoirs publics et de l'initiative privée. Il serait à souhaiter qu'une institution de ce genre pût être imitée en France, où elle rendrait de nombreux services, pour faire pénétrer dans le fin fond de nos campagnes les règles élémentaires de l'hygiène qui y sont encore en grande partie inconnues.

CHARLES SALLANDROUZE.

LE VERNISSAGE DES OBUS CONTRE LA ROUILLE ET LA CORROSION DES EXPLOSIFS

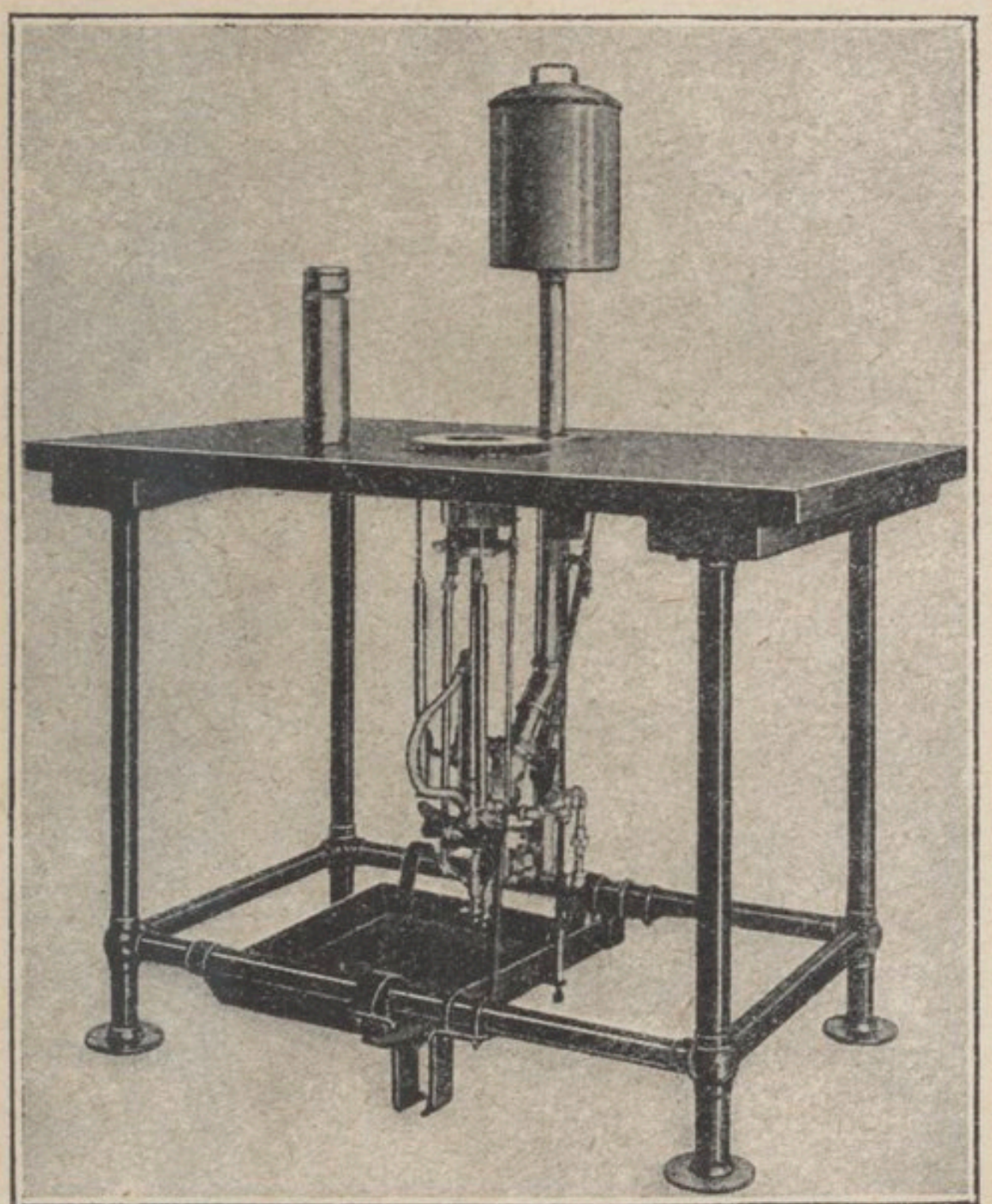
Par **MORIN DE VILLIERS**

Parmi les opérations accessoires que comporte la fabrication des obus, l'une des plus délicates consiste à recouvrir leurs surfaces de vernis, de peinture ou d'autres substances que l'on applique à l'intérieur du projectile pour empêcher toute action chimique nuisible de l'explosif sur le métal neuf, et à l'extérieur afin de prévenir la formation de la rouille.

Pour répondre aux exigences d'une fabrication intensive, il est tout à fait essentiel que ce vernissage s'opère sans interruption, aussi rapidement et économiquement que possible, avec un déchet de peinture minimum.

On a donc cherché à effectuer cette opération mécaniquement, car le procédé, d'ailleurs beaucoup trop lent, qui consiste à appliquer le vernis avec une brosse à main, donne une couche protectrice d'une épaisseur trop peu uniforme.

On a successivement essayé de procéder, soit par immersion, soit par aspersion, ou encore d'utiliser des pulvérisateurs à main ; mais toutes ces méthodes présentent de sérieux inconvénients. En effet, on doit employer plusieurs hommes pour disposer les obus en files parallèles qui occupent une superficie considérable dans les ateliers. De plus, il faut empêcher que le vernis atteigne le filetage intérieur, si l'on ne veut pas être obligé de retarauder le trou de fusée après le vernissage. On pourrait obtenir ce résultat au moyen d'un bouchon à vis dont la pose et la dépose occasionneraient pour chaque obus une perte de temps de plusieurs minutes. Enfin, quand on vernit les projectiles à la main, la matière employée change rapidement de consistance, et même de composition, par suite de l'évaporation des produits volatils, de sorte qu'il est difficile, et même impossible, d'obtenir ainsi un résultat satisfaisant.



MACHINE A VERNIR INTÉRIEUREMENT LES PROJECTILES DE 75 A 150 MILLIMÈTRES

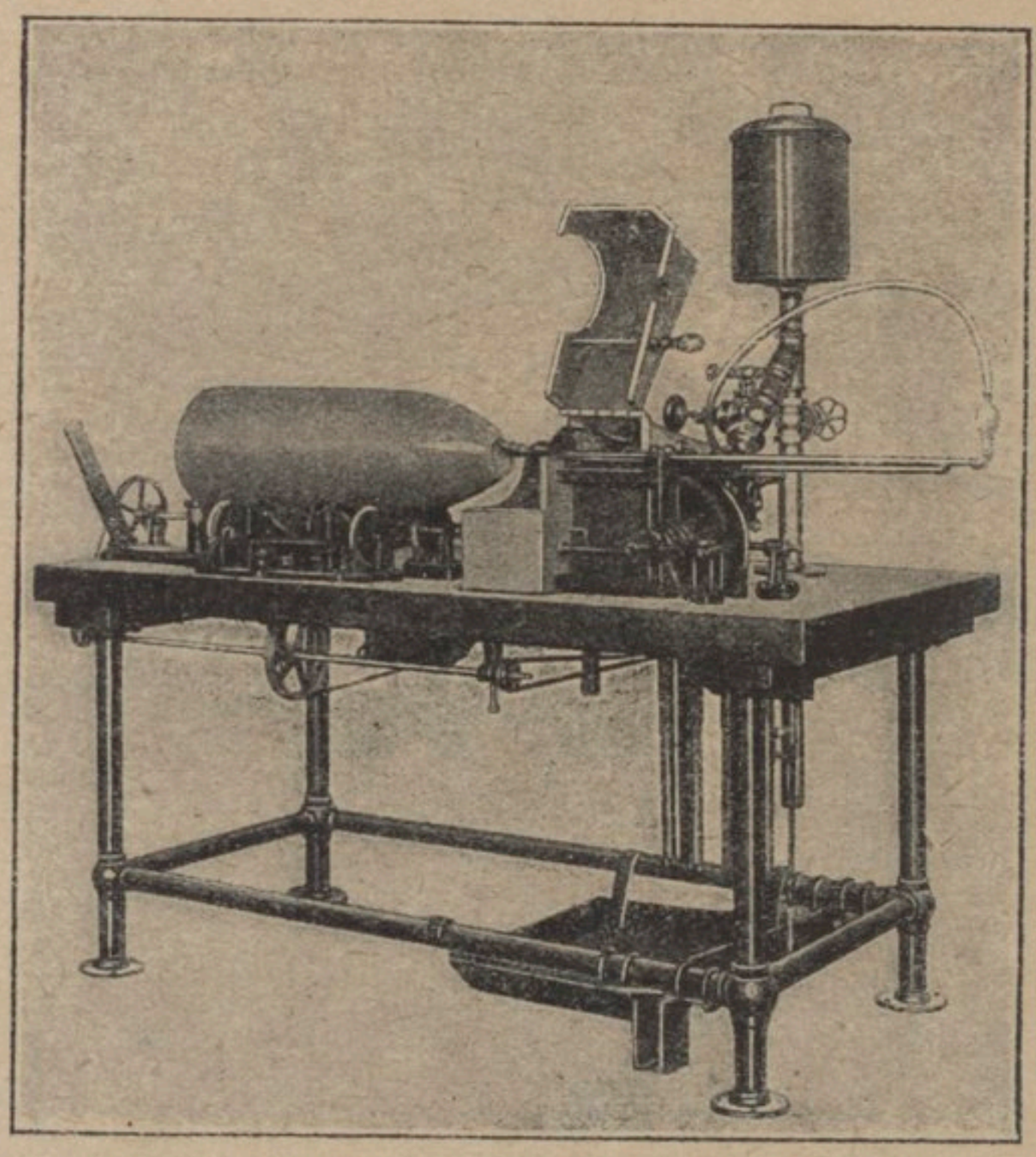
L'appareil comporte un pulvérisateur fixe à air comprimé qui asperge de vernis l'intérieur de l'obus, placé verticalement dans un trou pratiqué au milieu de la table.

On a réussi à recouvrir rapidement les obus d'une couche uniforme de vernis au moyen de pulvérisateurs mécaniques à grande vitesse dont l'action laisse les file-

tages intacts. La composition du liquide employé ne peut changer puisqu'il est contenu dans un réservoir clos. Le travail s'accomplit, d'une manière pour ainsi dire instantanée, avec une telle facilité et si rapidement qu'un manœuvre quelconque, sans entraînement, peut vernir quarante projectiles par minute, et même plus, si les dispositifs d'amenage et d'évacuation des obus ou des douilles ont un débit suffisant.

Il existe divers modèles de machines à vernir mécanique-

ment dont les unes s'appliquent aux projectiles de petits calibres et les autres aux obus de l'artillerie moyenne et de l'artillerie lourde jusqu'au calibre de 381 millimètres et au-dessus. Dans ces derniers appareils, on fait tourner le projectile autour de son axe horizontal au moyen d'un moteur électrique, tandis que les petits projectiles sont maintenus verticalement et restent fixes, la tuyère de pulvérisation pouvant être rendue mobile ou fixe à la volonté de l'ouvrier.



VERNISSAGE DE LA SURFACE EXTÉRIEURE D'UN OBUS

Le projectile, placé sur une série de galets, tourne pendant que la tuyère du pulvérisateur se déplace horizontalement, suivant une génératrice de l'obus cylindro-conique.

Le mécanisme est monté sur une forte table supportée par des tubes d'acier, et l'objet à vernir, projectile ou douille, est placé dans une enveloppe métallique posée sur cette table. Le vernis est contenu dans un réservoir fixé au sommet d'une colonnette formée par un tube d'acier et qu'un branchement réunit à un appareil de mesure, servant à régler le débit du liquide admis aux tuyères de pulvérisation.

Une pédale, munie de ressorts de rappel, permet à l'opérateur d'agir sur l'appareil de mesure et d'admettre de l'air comprimé dans les tuyères de pulvérisation. Un petit moteur électrique, placé sous la table, sert à faire tourner l'objet à vernir autour de son axe vertical. Ce même moteur commande un ventilateur qui a pour but d'évacuer les vapeurs de vernis au moyen d'une hotte et de protéger ainsi les organes respiratoires de l'ouvrier chargé de conduire la machine.

Grâce à la présence de l'appareil de mesure, on peut régler d'une manière absolue la quantité de liquide employé pour chaque objet, de manière à éviter toute perte de vernis et à obtenir une couche absolument uniforme, résultat que l'on n'avait jamais pu obtenir avec les appareils à immersion ni avec les pulvérisateurs à main.

Ces machines ont été étudiées de manière à pouvoir s'appliquer indifféremment aux douilles et aux obus des canons composant les artilleries alliées. Il existe un modèle spécial à tuyère fixe s'appliquant aux shrapnells russes de 77 mm et aux projectiles anglais de 18 livres, chargés d'explosifs puissants. Une autre machine à tuyère mobile, avec ou sans moteur, admet les douilles du 75 français, du 77 russe et du 84 anglais, ainsi que les obus de 105 français, de 115, de 127 et de 152 anglais. Le prix de ces appareils varie de 1.250 à 2.000 francs environ, ce qui permet d'en employer un nombre considérable.

Enfin, des vernisseuses plus puissantes servent uniquement à préparer les douilles et les projectiles destinés à la grosse artillerie.

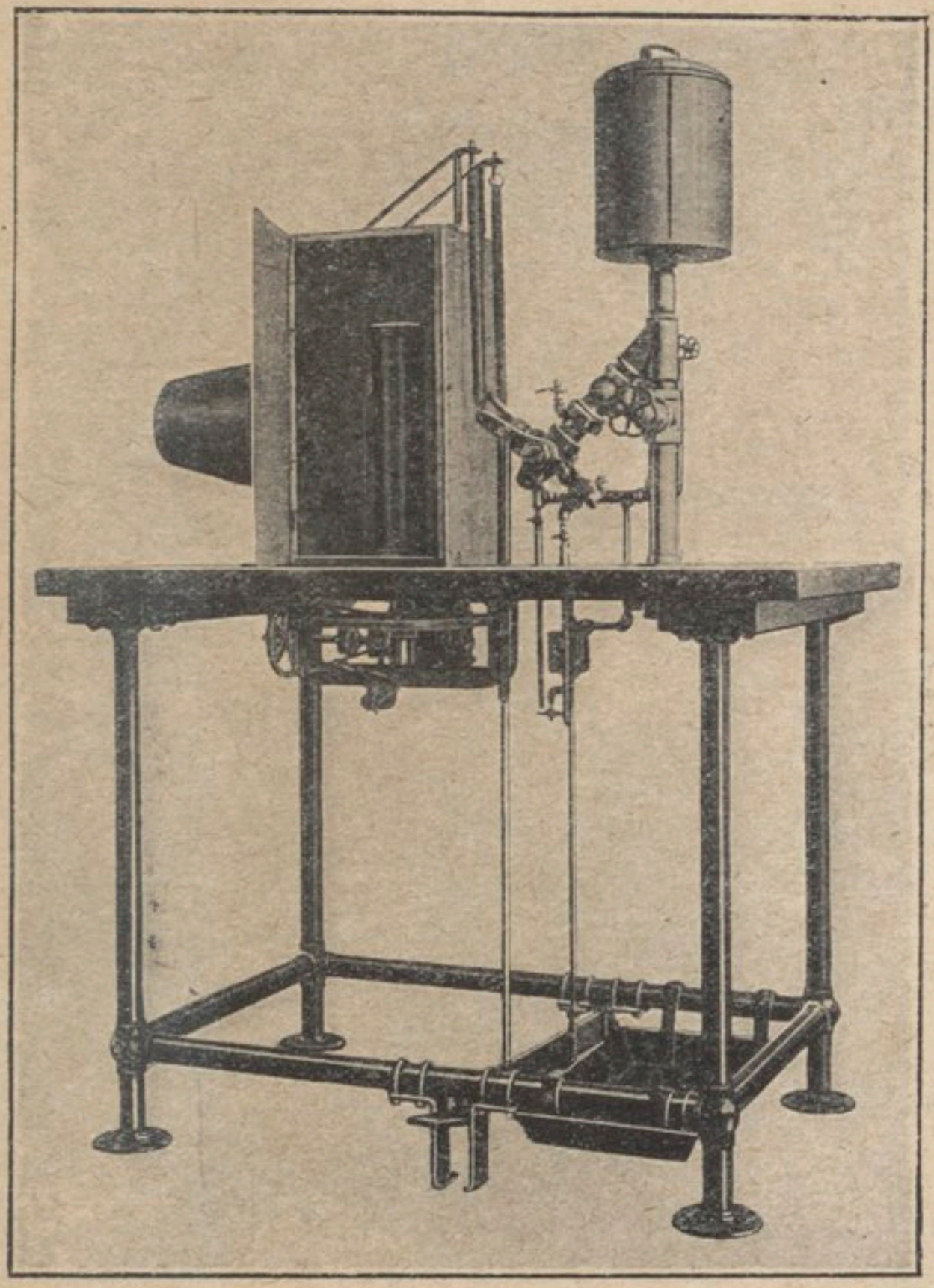
Dès que les douilles ou les enveloppes d'obus ont satisfait aux essais de tir, on procède à leur vernissage intérieur et extérieur. Pour les douilles, la couche de vernis

doit être bien uniforme et ne conserver aucune empreinte quand on la gratte avec un clou ou avec la pointe d'une baguette de bois. Le vernis, gratté avec une pointe métallique, ne donnera lieu à aucune craquelure et conservera son aspect brillant après un séjour de vingt-quatre heures dans un récipient plein d'eau. A la fin de cette dernière épreuve, on sèche la couche de vernis essayée, qui doit rester bien adhérente au métal et ne pas céder sous la moindre pression du doigt.

Le poids spécifique du vernis employé varie de 0,9 à 0,94. L'essai de résistance à l'oxydation a lieu en exposant à l'air libre des feuilles de laiton recouvertes de vernis. On fait également chauffer des bandes de laiton vernies pendant vingt-quatre heures dans un récipient plein d'eau à la température de 75° C. Le vernis ainsi chauffé doit rester bien adhérent sans s'écailler.

On fait également subir aux vernis des essais chimiques consistant à en distiller 100 centimètres cubes du liquide à essayer. On arrête l'opération quand le volume du résidu est de 10 centimètres cubes. La liqueur additionnée de tournesol ne doit pas donner lieu à une réaction acide.

Les obus, une fois nettoyés et débarrassés de toute trace de rouille, sont recouverts intérieurement d'une couche de vernis copal que l'on fait sécher à l'étuve pendant huit heures à la température de 204° C. Ce vernis liquide, exempt de toute impureté, peut toutefois contenir 0,5 % de manganèse, 0,05 % de plomb et 0,1 % de cuivre. Le vernis doit être parfaitement adhérent et présenter une surface exempte d'humidité, de fissures et de craquelures. Les services de contrôle refusent tout obus dont la surface ne serait pas parfaitement propre, lisse et exempte de rouille, ou sur laquelle la couche de vernis ne présenterait pas une adhérence très parfaite.



APPAREIL A VERNIR L'EXTÉRIEUR DES DOUILLES D'OBUS

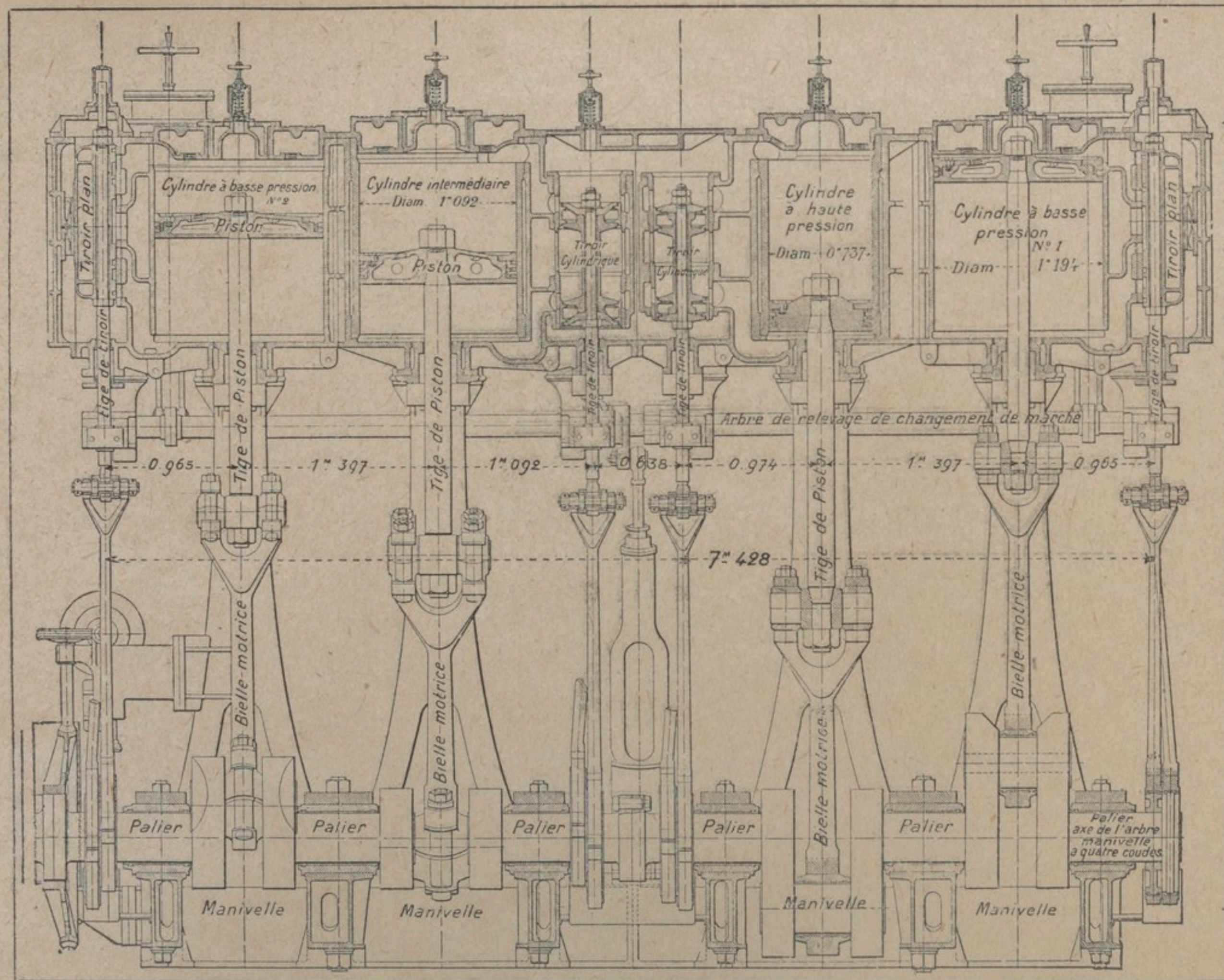
Les objets à traiter sont placés verticalement sur un plateau tournant. Une boîte munie d'un ventilateur protège l'opérateur contre les vapeurs du vernis.

Les fusées sont recouvertes à l'extérieur d'une couche de laque obtenue en mélangeant un kilo de résine avec 800 grammes de curcuma et 8 kilos d'alcool méthylique. On tolère dans la composition de cette laque la présence du manganèse, du plomb et du cuivre dans les mêmes proportions que celles qui ont été indiquées plus haut à propos du vernissage des obus.

On chauffe les objets à vernir à une température suffisante pour qu'il ne subsiste en aucun point de leur surface un excès d'alcool méthylique. Les fusées ou autres pièces soumises au laquage sont nettoyées au préalable avec le plus grand soin afin que la couche de vernis soit parfaitement lisse, très propre et exempte d'humidité ou de craquelures.

Terminons en disant que les Allemands peignent leurs projectiles en rouge, en jaune, en brun, en bleu, suivant les calibres; cette peinture est obtenue par immersion dans des récipients remplis de liquides colorants.

MORIN DE VILLIERS.



COUPE VERTICALE D'UN MOTEUR A VAPEUR A TRIPLE EXPANSION

CETTE coupe montre l'agencement d'une machine marine à triple expansion. La vapeur venant de la chaudière se détend d'abord dans le cylindre à haute pression puis dans le cylindre à pression intermédiaire placés côte à côte au milieu de la machine, enfin dans les cylindres à basse pression occupant les extrémités. Les pistons attaquent les quatre manivelles de l'arbre moteur, maintenu par six solides paliers fixés à la partie inférieure du bâti. Chaque cylindre est supporté par deux robustes montants inclinés, de section quadrangulaire, et la ressemblance de ce dispositif avec un marteau à vapeur a fait dénommer ce moteur «machine-pilon». On remarquera les fortes dimensions données aux têtes de bielles fixées à l'extrémité de chaque tige de piston dans le but d'éviter les ruptures dues à l'importance des efforts transmis. Le volume d'un cylindre à basse pression représente trois fois celui du petit cylindre, qui est deux fois et demi moins volumineux que le cylindre intermédiaire, son voisin.

LES MACHINES MARINES A LA MODE NE SONT PAS LES PLUS PRATIQUES

Par J.-M. LE GRANDEC

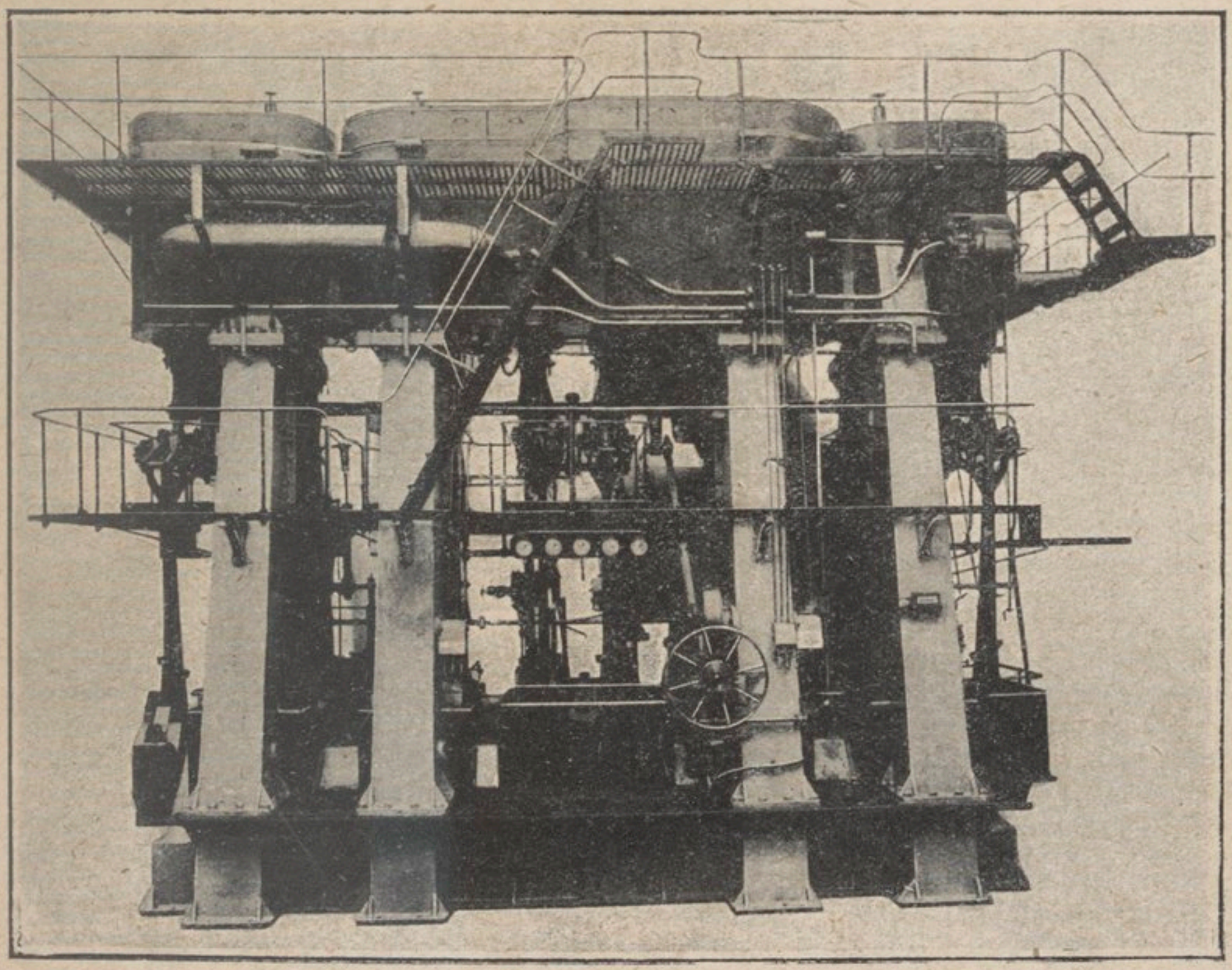
ANCIEN INGÉNIEUR DES CONSTRUCTIONS NAVALES

Depuis l'époque déjà séculaire où la machine à vapeur a été appliquée pour la première fois à la propulsion des navires par l'intermédiaire de roues à aubes ou d'hélices, trois systèmes de moteurs ont eu successivement la faveur des grandes compagnies de navigation et des armateurs.

Pendant longtemps, on s'en tint à la machine horizontale primitive ou au moteur à cylindres inclinés, tous deux particulièrement commodes pour la commande des roues et tout indiqués pour permettre une économie sérieuse d'encombrement à une époque où le tonnage encore faible des navires ne mettait pas à la disposition de l'ingénieur les gigantesques compartiments de machines dont il dispose aujourd'hui.

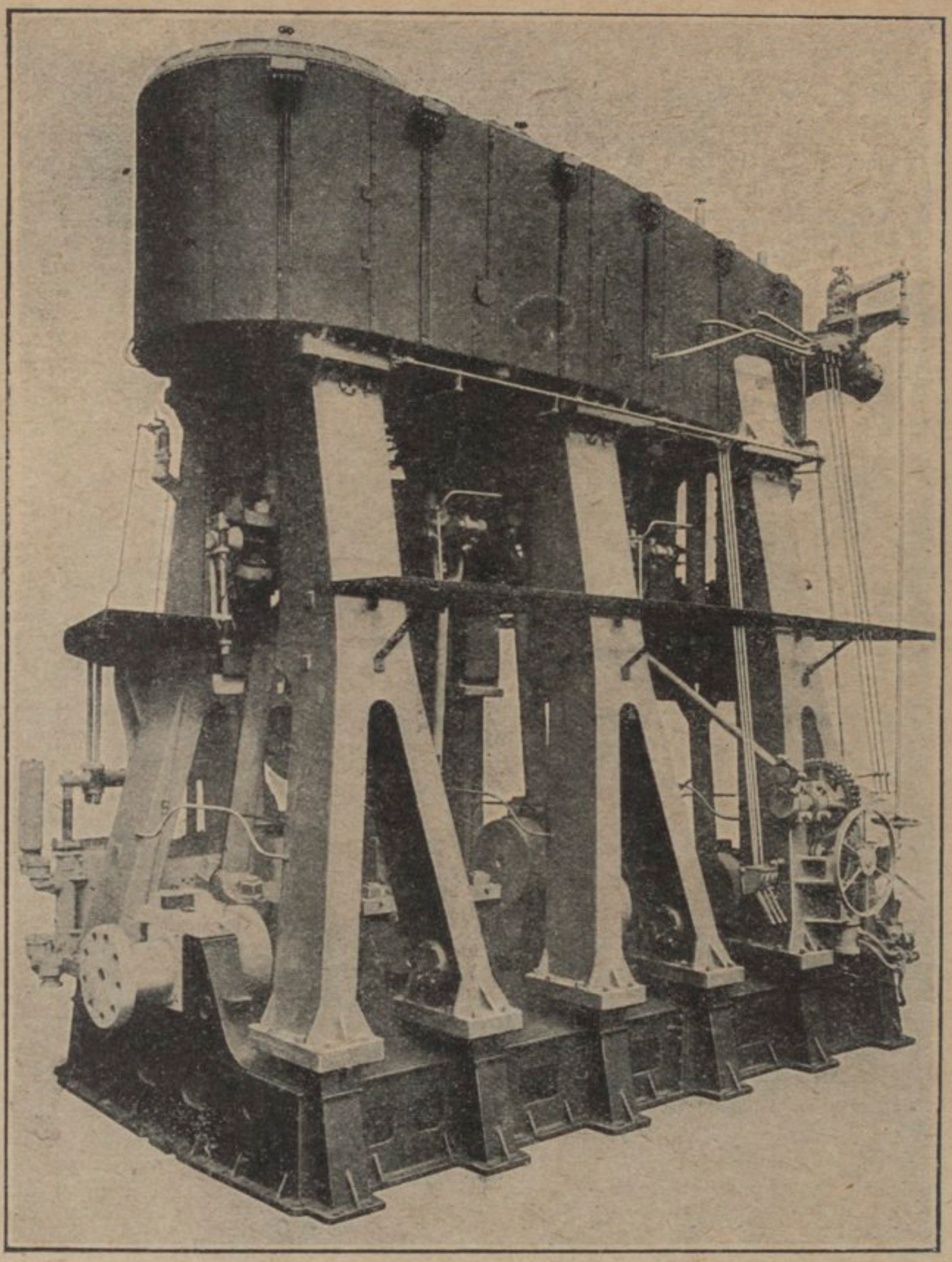
Peu à peu, la nécessité se fit sentir d'augmenter la vitesse des paquebots et la puissance des moteurs de propulsion, et de cette exigence nouvelle date la naissance de la machine verticale dite pilon qui ne tarda pas à prendre dans toutes les marines commerciales du monde un développement formidable, parfaitement justifié, d'ailleurs.

Pratique, robuste et économique, la



MACHINE MOTRICE A QUADRUPLE EXPANSION, POUR PAQUEBOT

Bien que destiné à un navire à passagers, ce moteur a été pourvu d'un solide bâti pour éviter les vibrations et pour diminuer les chances d'avaries.



MOTEUR A TRIPLE EXPANSION, POUR VAPEUR CHARBONNIER

Ce type de machine, extrêmement robuste, convient parfaitement pour les cargo-boats de faible tonnage, tels que charbonniers, caboteurs, etc.

machine pilon s'est successivement adaptée à tous les perfectionnements survenus depuis une trentaine d'années dans l'emploi de la vapeur à bord des cargo-boats et des paquebots à voyageurs. Elle fut tour à tour à simple effet, compound, à triple, puis à quadruple expansion ; elle s'accommoda de l'extension donnée à la pratique de la condensation, de la surchauffe et des pressions élevées. D'abord chargée d'actionner une ligne d'arbres centrale unique, la machine verticale fut successivement doublée, triplée et quadruplée pour conduire avec régularité des hélices jumelles triples ou quadruples.

Ces divers perfectionnements ont fait de la machine pilon primitive un moteur puissant, souple, économique, et elle fut longtemps sans rivale jusqu'à l'apparition de la turbine à vapeur dont le triomphe, peut-être passager, semble être une question d'engouement et de mode plutôt que la conséquence de l'analyse sévère et impartiale de résultats réellement pratiques.

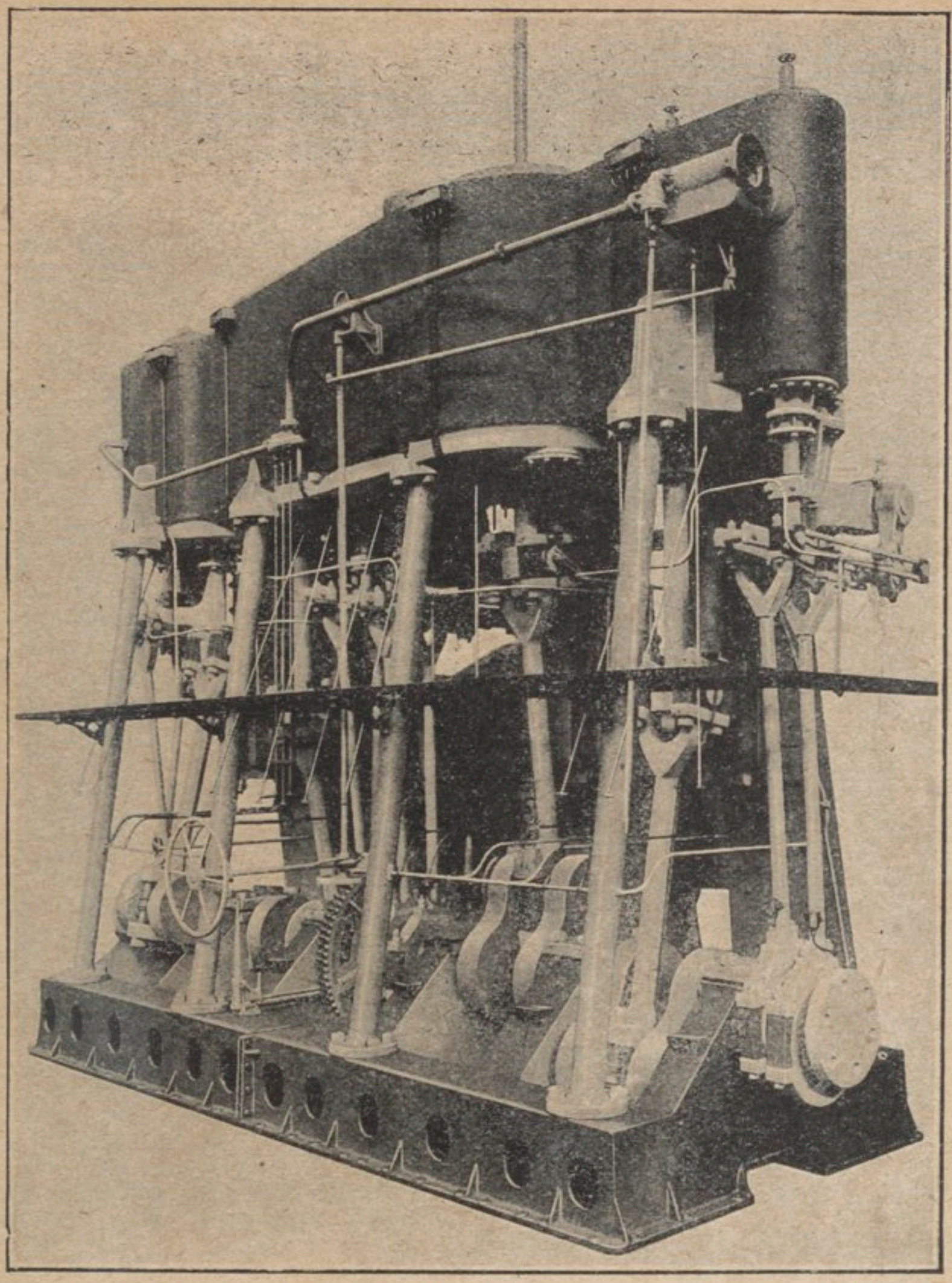
Née il y a à peine vingt ans, la turbine marine à vapeur a pris un brillant essor grâce à la fièvre de vitesse et de concurrence qui a sévi, au début du XXe siècle, sur les grandes lignes de navigation transatlantiques.

Le prix élevé des turbines, les difficultés de leur construction, leur fonctionnement délicat, leur consommation de combustible élevée, n'ont pas tardé à éveiller l'attention des armateurs, effrayés des conséquences financières dues au développement immodéré du nouveau moteur. Certaines compagnies subventionnées n'avaient pas craint d'introduire dans les flancs de leurs transatlantiques géants des groupes de turbines dont la puissance totale dépassait 80.000 chevaux dans le but d'atteindre des records de vitesse dont chaque dixième de nœud leur coûtait des millions. Le *Lusitania* anglais et son frère, le *Mauretania*, de même que l'*Imperator* et le *Vaterland*, allemands, furent les résultats de la nouvelle pratique en matière de machines marines. Les énormes subventions dont

étaient dotés ces champions de l'Atlantique permettaient à leurs armateurs ces dispendieuses fantaisies, mais les propriétaires et les compagnies de navigation libres ne se crurent pas autorisés à adopter des moteurs dont la construction et l'entretien devaient être pour eux l'occasion de dépenses presque ruineuses.

Laissant, dès lors, les marines militaires, à qui la question d'argent importe peu, s'emballer en faveur de la turbine, les constructeurs de paquebots et de cargo-boats cherchèrent à concilier les intérêts financiers de leurs commettants avec l'obtention des vitesses suffisantes pour satisfaire les besoins du public.

On peut donc dire aujourd'hui qu'un retour bien net vers la machine verticale à expansions multiples s'est largement dessiné, mais une très ingénieuse combinaison dont le principe est dû à l'un de nos compatroites, M. Rateau, ingénieur au Corps des Mines français, a cependant permis de rendre avantageux l'emploi de la turbine, considéré jusqu'ici, à juste titre, comme la source de dépenses exagérées en matière de propulsion des navires.



MACHINE LÉGÈRE A QUADRUPLE EXPANSION, POUR STEAMER.

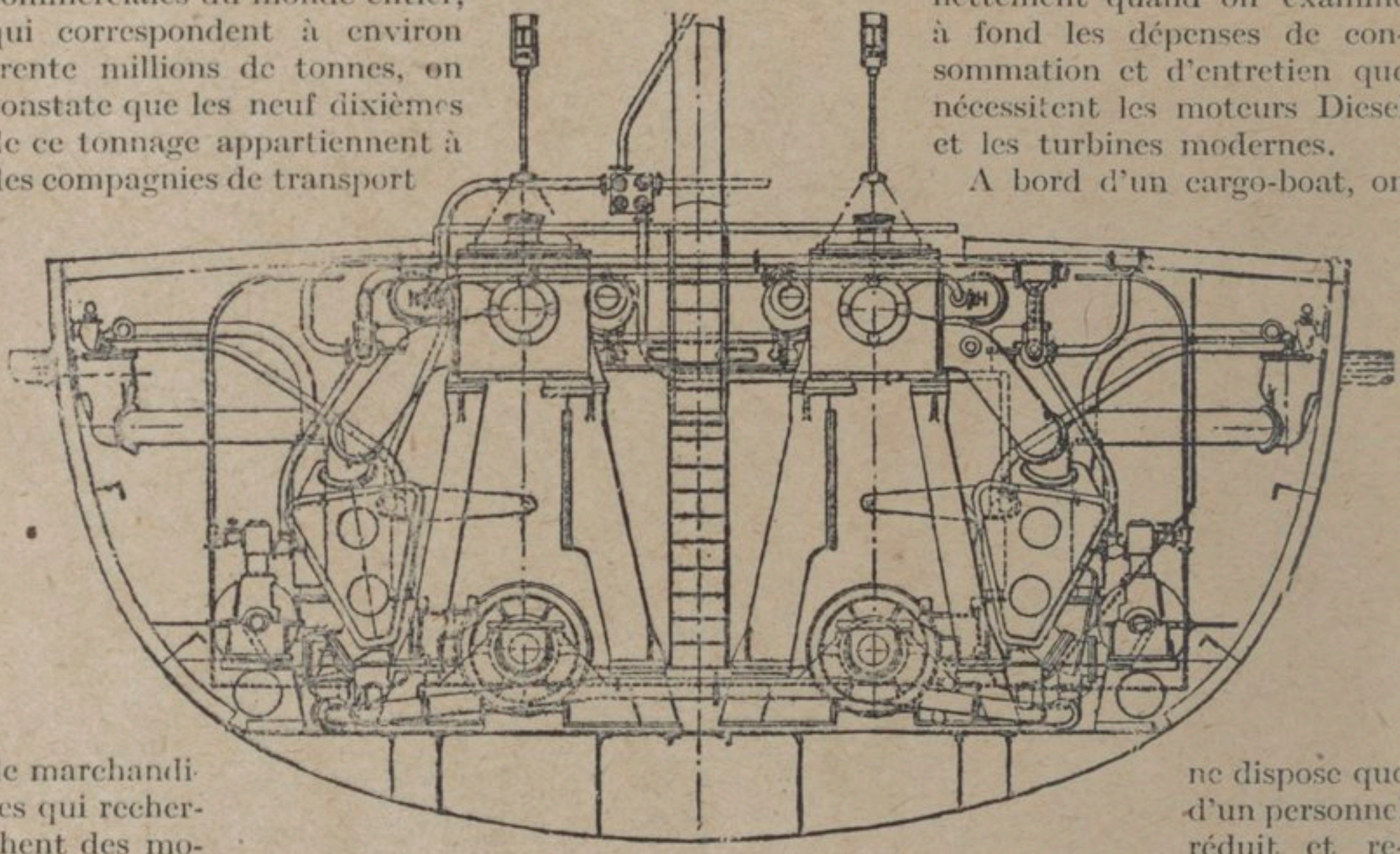
Ce bâti à colonnettes diminue le poids du moteur, lequel développe 4.000 chevaux ; il est plus spécialement destiné à un navire à passagers.

La machine verticale reste sans conteste le moteur type applicable aux cargo-boats obligés de transporter à bas prix et avec une complète sécurité, d'importantes cargaisons de marchandises lourdes et précieuses.

Pour les très grands navires, au contraire, consacrés au service des passagers et auxquels il est désirable d'imprimer une vitesse supérieure à douze ou quatorze nœuds, l'emploi de la turbine peut être combiné avec celui du moteur vertical à vapeur à expansions multiples. Dans ce cas, les turbines sont alimentées au moyen de la vapeur d'échappement provenant des cylindres à basse pression de machines verticales compound ou à triple expansion. On conçoit que ce dispositif permette une utilisation parfaite de la vapeur qui, ayant travaillé à haute pression dans la machine pilon, conserve suffisamment de température et d'énergie pour produire dans la turbine une force motrice considérable et d'un emploi immédiat.

Cette élégante solution du problème de la propulsion des navires a été appliquée à de très grands transatlantiques anglais et français, notamment au *Rochambeau* et au *Lafayette*, de notre Compagnie générale Transatlantique. Dans ce cas, qui est celui de bâtiments à quatre hélices, les deux arbres les plus voisins de l'axe longitudinal sont actionnés par des machines verticales, tandis que les arbres de couche extérieurs sont mûs par les turbines. Chaque groupe moteur de ces paquebots représente environ une puissance de dix mille chevaux.

Si l'on considère l'ensemble des flottes commerciales du monde entier, qui correspondent à environ trente millions de tonnes, on constate que les neuf dixièmes de ce tonnage appartiennent à des compagnies de transport de marchandises qui recherchent des moteurs robustes et dépensant peu de charbon. Cette clientèle considérable est restée fidèle au moteur vertical et ne songe pas à l'abandonner, même depuis que l'avènement très brillant du moteur Diesel a paru menacer un instant l'avenir de la machine à vapeur.



COUPE DE LA CHAMBRE DES MACHINES D'UN PAQUEBOT

On distingue nettement les deux arbres de couche des hélices, attaqués chacun par un groupe de moteurs à vapeur verticaux.

La majorité des navires de commerce à flot se compose de bâtiments d'un tonnage inférieur à 4.500 tonnes, dont la vitesse est comprise entre huit et onze nœuds, et pour lesquels une hélice unique, actionnée par un moteur à vapeur de 1.500 à 2.500 chevaux est souvent plus que suffisante.

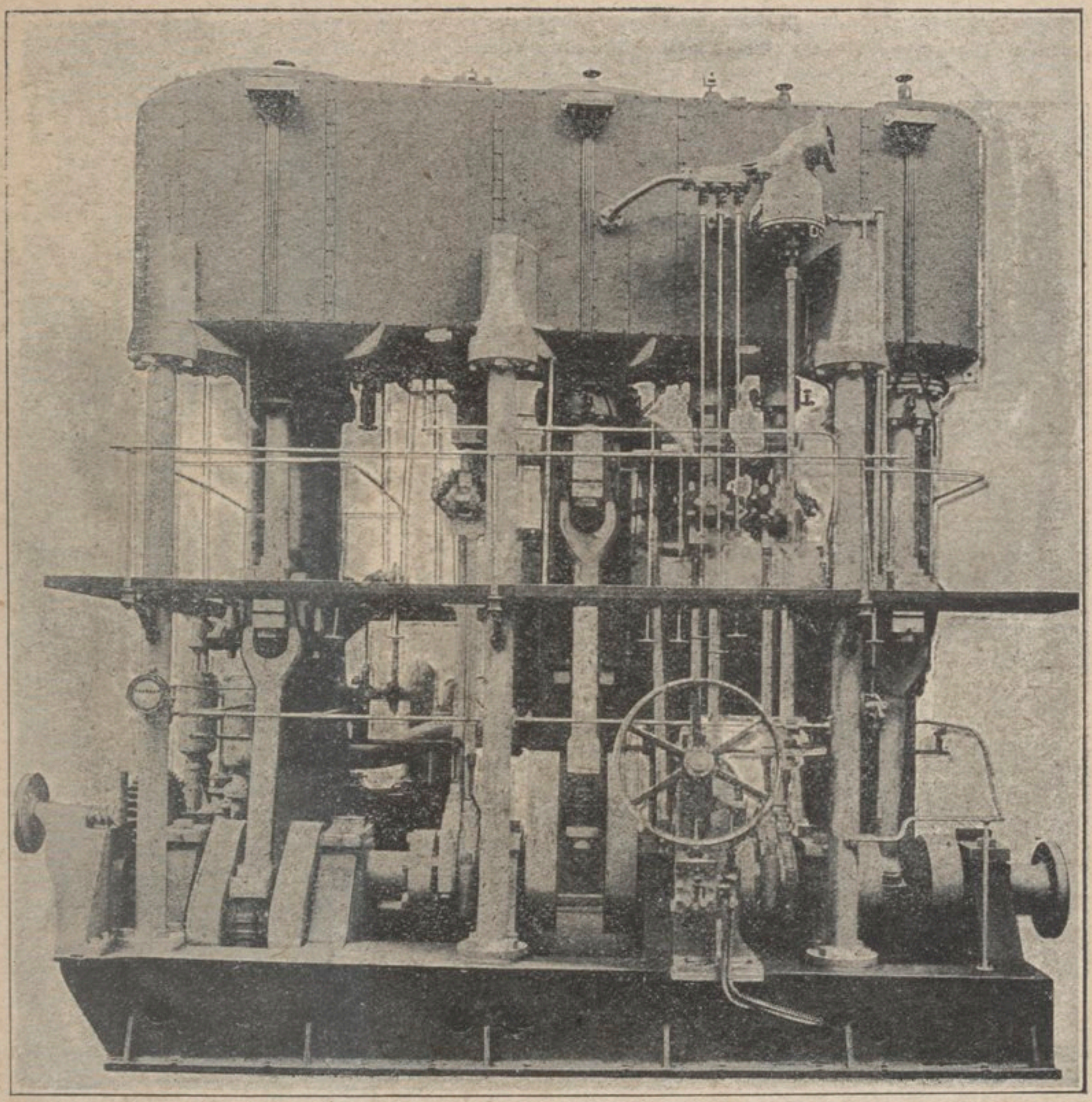
Un cargo-boat de 4.500 tonnes pouvant transporter environ 8.000 tonnes de marchandises payantes, à la vitesse de onze nœuds, est, en général, muni d'un moteur à triple expansion de 2.500 chevaux dont le prix d'installation pouvait être évalué avant la guerre à environ 1.500.000 francs, y compris l'appareil évaporatoire composé de chaudières cylindriques tubulaires à trois foyers. Un moteur Diesel de semblable force aurait coûté un peu plus de deux millions, et le prix de turbines d'une puissance correspondante aurait à peu près représenté la moyenne entre les deux solutions précédentes, soit 1 million 750.000 francs.

L'économie d'installation première de la machine à vapeur à triple expansion est déjà sensible, mais son avantage apparaît nettement quand on examine à fond les dépenses de consommation et d'entretien que nécessitent les moteurs Diesel et les turbines modernes.

A bord d'un cargo-boat, on ne dispose que d'un personnel réduit et recruté parmi les anciens ouvriers mécaniciens ou parmi les élèves des écoles techniques qui sont sortis de ces institutions avec des notes ne leur permettant pas de prétendre à des emplois supérieurs. De plus, à bord de ces navires à marchandises, tout est à l'économie, et le moteur n'est l'objet que de réparations indispensables ; il fonctionne tant bien que mal, et s'il n'était pas d'une solidité exceptionnelle, il ne tarderait pas à sonner la ferraille. Le moteur Diesel ou la turbine s'accommoderait mal de ce régime, et, quoi qu'en disent les partisans du moteur à combustion interne, l'économie de personnel qu'il permet porte surtout sur la quantité et non sur les aptitudes et sur la solde des praticiens auxquels on en confie la manœuvre.

C'est ce qui fait le succès du moteur à vapeur. Régulier dans son allure et dans sa consommation de combustible, il ne donne lieu à aucun aléa, offre toute garantie.

Il se manifeste en ce moment une tendance parmi les armateurs à rechercher le bon marché du fret dans une augmentation notable du tonnage des cargo-boats. Même si le tonnage moyen du navire à marchandises moderne passait de 4.500 à 10.000 tonnes, comme semblent le conseiller actuellement les experts maritimes, le moteur à vapeur n'en perdrait pas pour cela sa supériorité sur ses concurrents. L'emploi de la surchauffe, de la multiple expansion et d'appareils de condensation perfectionnés, lui assure la possibilité de lutter avec succès au point de vue de l'économie, grâce à la solidité éprouvée de ses organes dont les dimensions sont calculées avec exactitude sur les bases d'une longue pratique. Le moteur à vapeur, ainsi rénové, ne cédera pas la place aux nouveautés mécaniques qu'un succès passager avait fait considérer à tort comme la solution définitive en fait de force motrice navale. Son alliance avec la turbine d'échappement, actionnée par une quantité de vapeur importante, jusqu'ici perdue, lui assure sans



MACHINE A TRIPLE EXPANSION, POUR STEAMER A PASSAGERS

Ce modèle de moteur léger est établi de manière à réaliser une puissance suffisante sous un faible poids, mais l'équilibrage des efforts moteurs laisse à désirer.

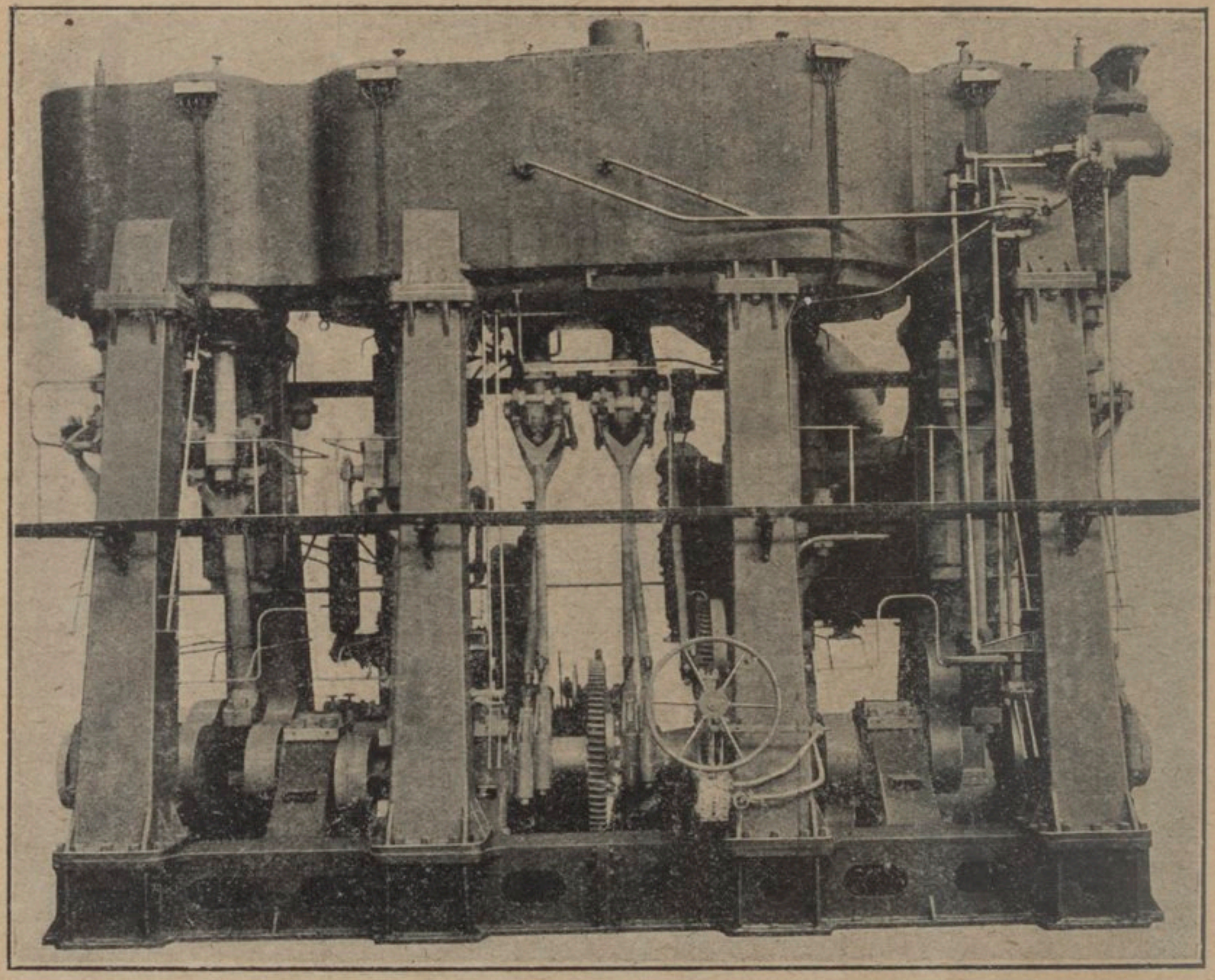
conteste la clientèle de tous les constructeurs réellement soucieux des intérêts des armateurs qui leur confient l'établissement de leurs navires, quels que soient leurs types.

Il ne faut pas oublier que l'économie de poids due à la suppression des chaudières marines à bord des bâtiments munis de moteurs Diesel est en grande partie compensée par le nombre considérable des compresseurs et des pompes de tous genres qu'exige le fonctionnement des moteurs à combustion interne. On est même obligé de prévoir en double certains de ces appareils auxiliaires afin de parer aux avaries qui pourraient entraîner un arrêt prolongé d'une pompe ou d'un compresseur et, par conséquent, celui d'un moteur.

Enfin, jusqu'à présent, la puissance que peut développer sans danger un cylindre de moteur Diesel ne dépasse pas 500 à 600 chevaux. Donc, pour équiper un cargo-boat de 3.600 chevaux, on doit le munir de de deux hélices, et, par conséquent, de deux arbres de couche commandés chacun par un moteur à trois cylindres. Le poids de cette machinerie est considérable et peut égaler celui d'une machine à vapeur de même puissance et de ses chaudières.

Les partisans du moteur Diesel, qui le voient déjà installé à bord des transatlantiques et des grands croiseurs, vont peut-être un peu trop vite, car, là aussi, on recherche l'économie de place et la réalisation de grandes puissances avec un nombre restreint de cylindres. Il est probable que la solution de ce problème particulier sera donnée pendant longtemps par la combinaison de la turbine et de la machine à vapeur à triple ou à quadruple expansion, dont nous avons signalé plus haut les avantages au point de vue du rendement économique.

J.-M. Le Grandec



MOTEUR A QUADRUPLE EXPANSION, POUR CARGO-BOAT DE FORT TONNAGE

Dans cette machine, de 4.800 chevaux, les deux cylindres égaux, à basse pression, sont placés entre les cylindres à haute et à moyenne pression ; le bâti est extrêmement robuste.

L'AÉRO-TORPILLE EMPENNÉE

Par J.-F. DILLON

La torpille sous-marine automobile est peut-être l'arme la plus efficace qu'ait créée l'imagination humaine, car avec une dépense de 25.000 à 30.000 francs, on précipite au fond de la mer un cuirassé de cent millions.

Il est donc tout naturel que l'on ait cherché à réaliser un engin aérien capable de produire sur terre autant de ravages qu'en cause sur mer la torpille Whitehead moderne marchant à 40 nœuds et chargée de cent kilogrammes d'un explosif des plus puissants.

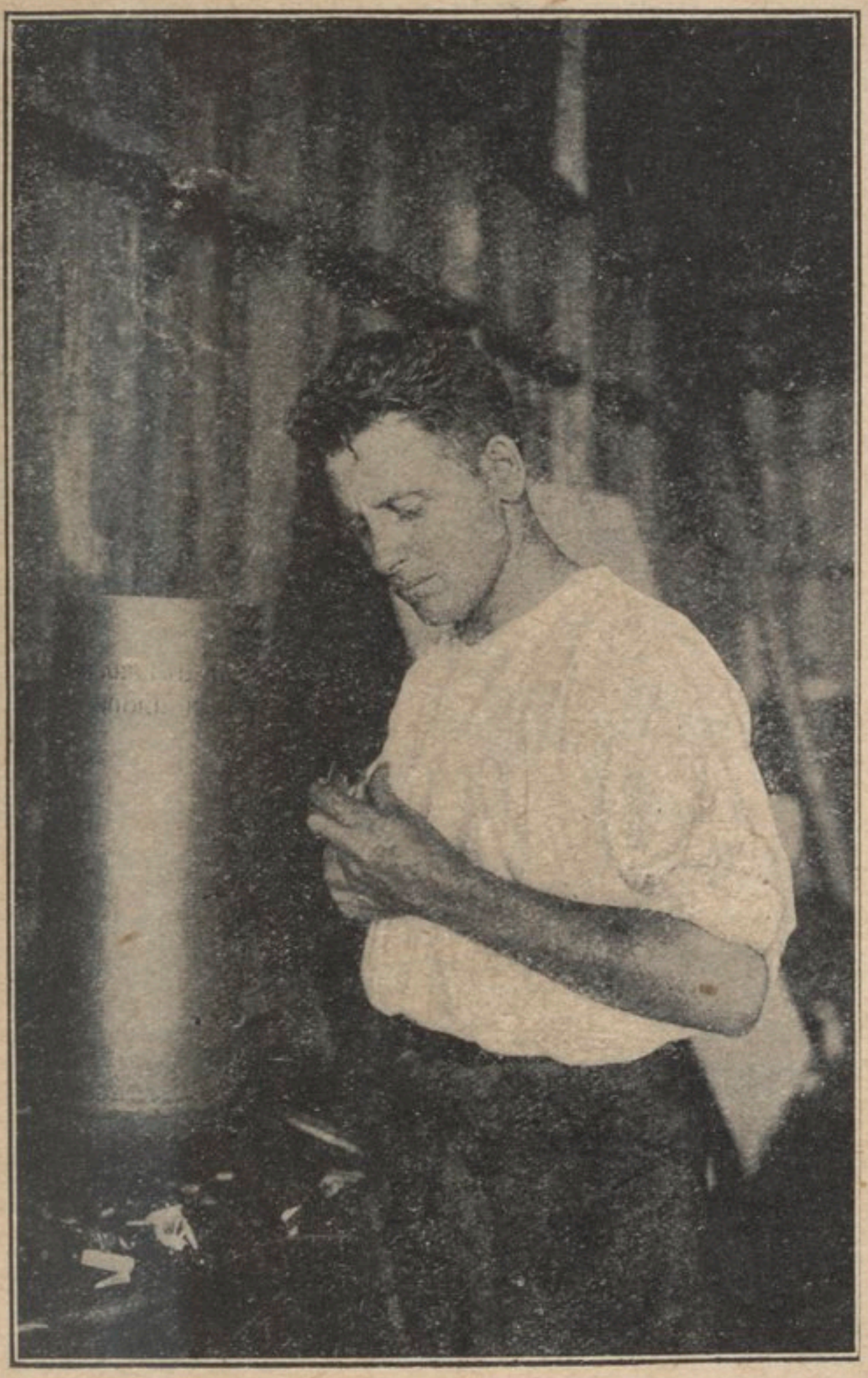
On emploie depuis longtemps sur tous les fronts des bombes que l'on projette au moyen d'appareils divers, mais qui, tout en donnant des résultats sans doute intéressants, restent cependant très inférieurs aux torpilles au point de vue des dégâts produits par elles.

Les projectiles à ailettes dont on arme les aéroplanes de bombardement et les dirigeables n'ont également, jusqu'ici du moins, qu'une puissance de destruction relativement assez faible par rapport aux engins formidables dont disposent les torpilleurs et les sous-marins.

C'est surtout en vue du bombardement des usines de guerre et des établissements militaires de l'ennemi qu'un inventeur américain s'est efforcé de construire une torpille aérienne à empenne pouvant être lancée du haut d'un aéroplane de manière à obtenir la destruction complète de tous les objets placés à l'intérieur d'une aire très vaste ayant pour centre le point de chute du terrible projectile

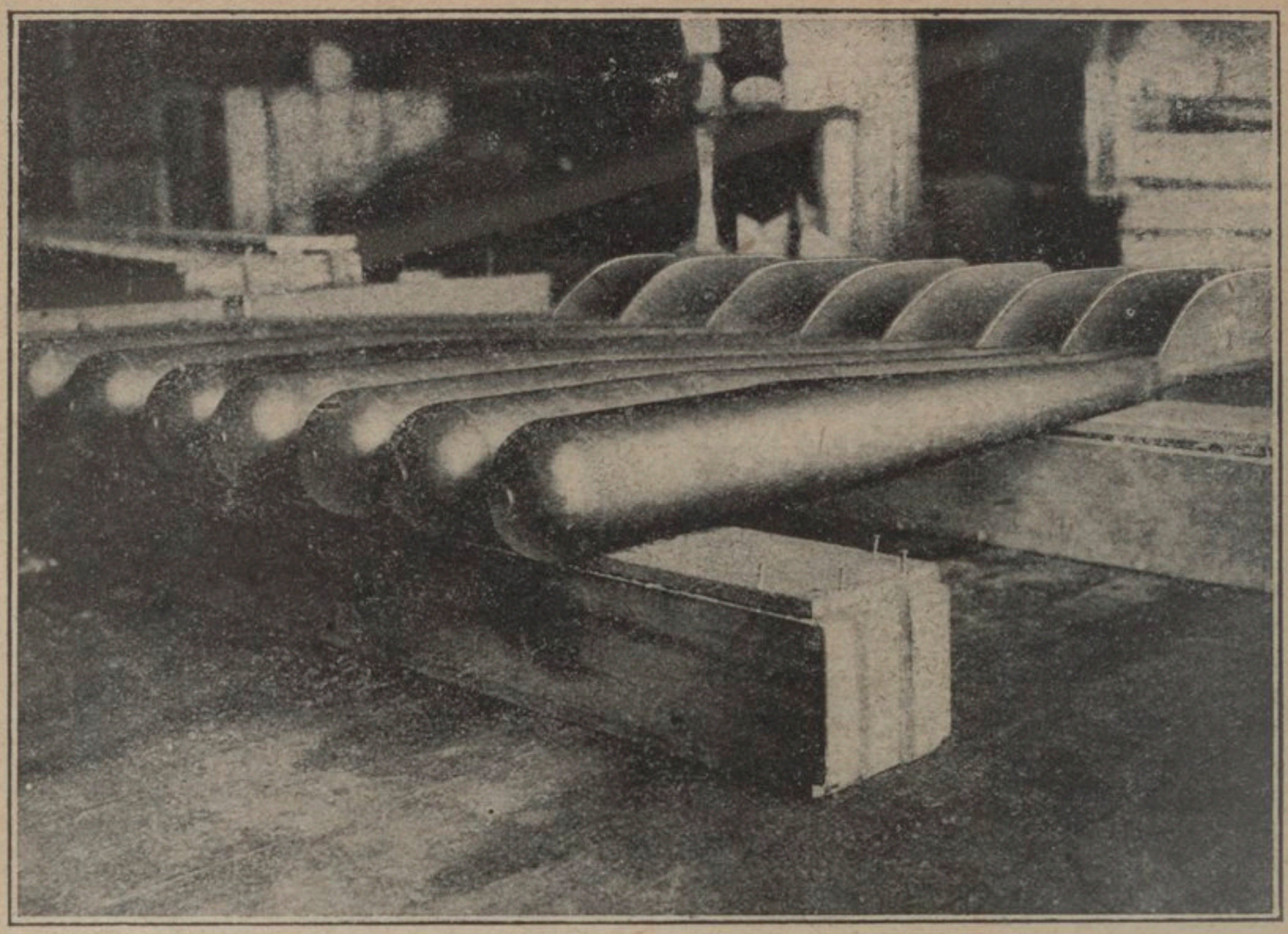
La forme de la nouvelle torpille a été spécialement étudiée de manière à éviter qu'elle ne puisse subir, pendant qu'elle parcourt sa trajectoire, une dérive suffisamment importante pour l'empêcher d'atteindre le but d'une manière certaine, surtout quand l'aéroplane file dans l'air à toute vitesse.

L'engin est constitué par un cylindre terminé d'un côté par une calotte sphérique et de l'autre par une queue conique à l'extrémité de laquelle se visse un gouvernail composé de quatre ailettes,



PARTIE CYLINDRIQUE DE L'AÉRO-TORPILLE

L'ouvrier est occupé à vérifier le calibre du corps du projectile après le tournage.



SÉRIE DE TORPILLES COMPLÈTEMENT TERMINÉES, PRÊTES POUR L'EXPÉDITION

Etant donné la robustesse de l'engin, celui-ci peut être emballé sans grandes précautions dans une simple caisse de bois.

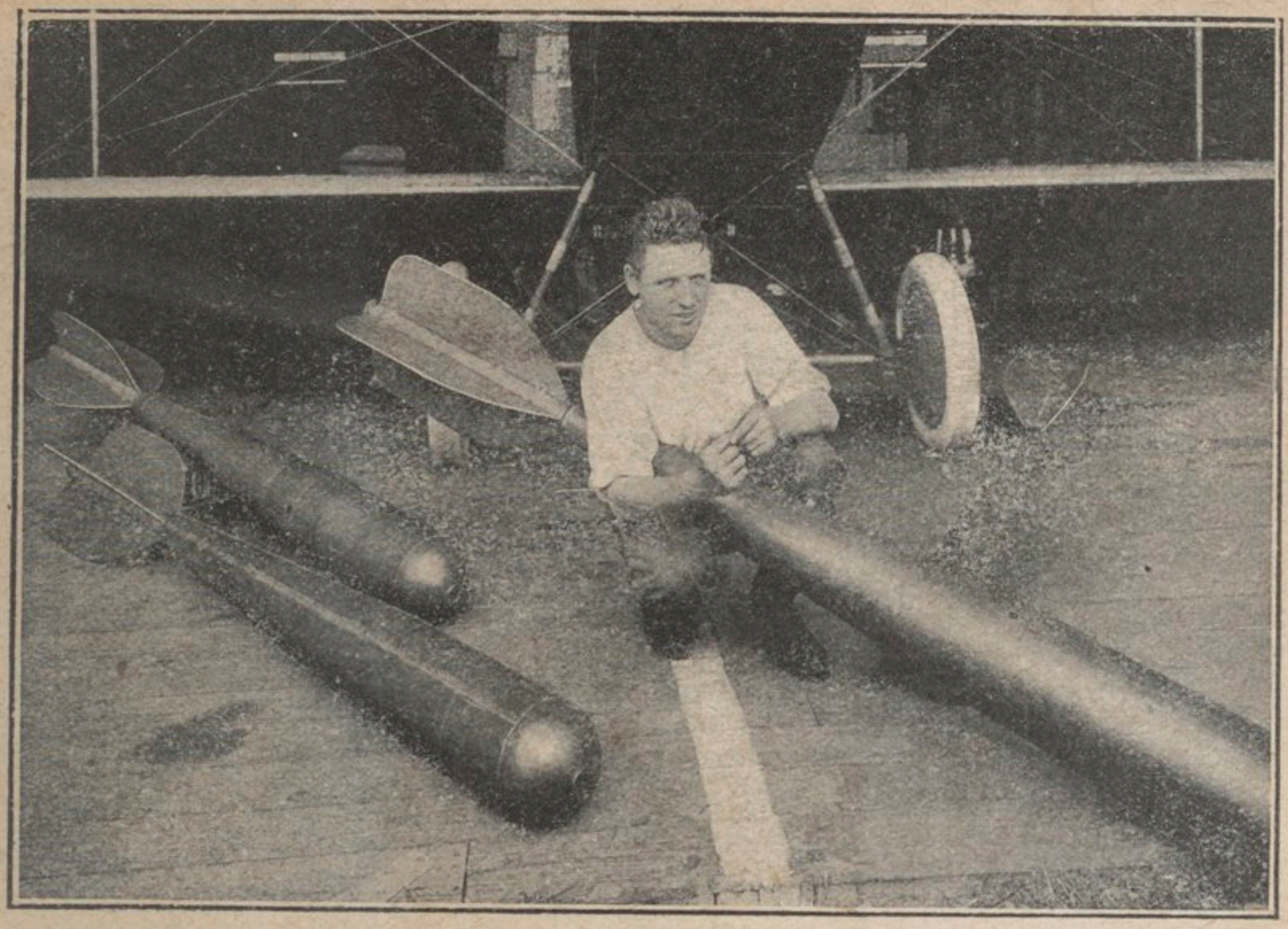
Le poids principal du projectile étant reporté vers l'extrémité opposée au gouvernail, il peut être lancé de n'importe quelle manière car on est toujours sûr qu'il prendra très rapidement, au bout de quelques mètres de chute, la direction verticale suivant laquelle il doit aborder l'objectif pour pénétrer le plus avant possible dans le sol ou dans les bâtiments qu'il s'agit de détruire. Il est en effet important que la torpille n'éclate qu'après avoir pénétré dans un milieu résistant qui permette à la masse de gaz engendrée par l'explosion de produire tout son effet destructif. Grâce à la forme effilée de la torpille vers l'arrière et de la division du gouvernail en quatre ailettes, l'air déplacé pendant la chute par la tête de l'engin trouve un dégagement rapide et ne peut, répétons-le, faire dévier le projectile de sa trajectoire verticale.

Le vent a également une très faible influence sur cette bombe très allongée et la dérive est ainsi réduite à son minimum. L'intérieur de la torpille aérienne est rempli d'une forte charge de mélinite ou de cordite, et il n'existe en somme pas de limite à la puissance de l'engin, auquel on peut donner une grande longueur et un poids considérable proportionnés naturellement à la force ascensionnelle de l'avion de bombardement ou du dirigeable qu'il s'agit d'armer.

Afin de provoquer l'explosion au moment voulu, c'est-à-dire après l'enfoncement de la torpille dans le sol, l'éclatement est provoqué par un appareil à temps que l'on peut régler à volonté d'après les circonstances du tir, un peu à la façon des obus fusants.

La torpille aérienne se place très facilement sous le fuselage d'un avion. On la maintient alors au moyen d'une planche de bois formant quille sous l'aéroplane et dont le profil inférieur épouse celui de la torpille. La fixation de l'engin s'obtient au moyen de colliers métalliques que l'on peut ouvrir facilement de l'intérieur de l'avion de manière à provoquer la chute de la bombe au moment voulu. Bien qu'elle soit placée horizontalement sous l'aéroplane, la torpille prend très rapidement la direction verticale grâce à sa construction particulière que nous avons expliquée plus haut.

Il est évident qu'un dirigeable de fort



LA POSE DES COLLIERS DE FIXATION SUR L'ENVELOPPE DE L'ENGIN

Les aéro-torpilles sont maintenues sous les avions ou sous les nacelles des dirigeables au moyen de colliers métalliques.

tonnage pourra transporter un grand nombre de ces redoutables engins et acquérir de ce fait une puissance de destruction considérable, aussi bien sur terre que sur mer, car la torpille aérienne tombant sur le pont d'un navire y causera des dégâts formidables, et pourra même souvent percer ce pont s'il s'agit d'une petite unité, telle qu'un torpilleur, un destroyer ou même un croiseur de très faible puissance.

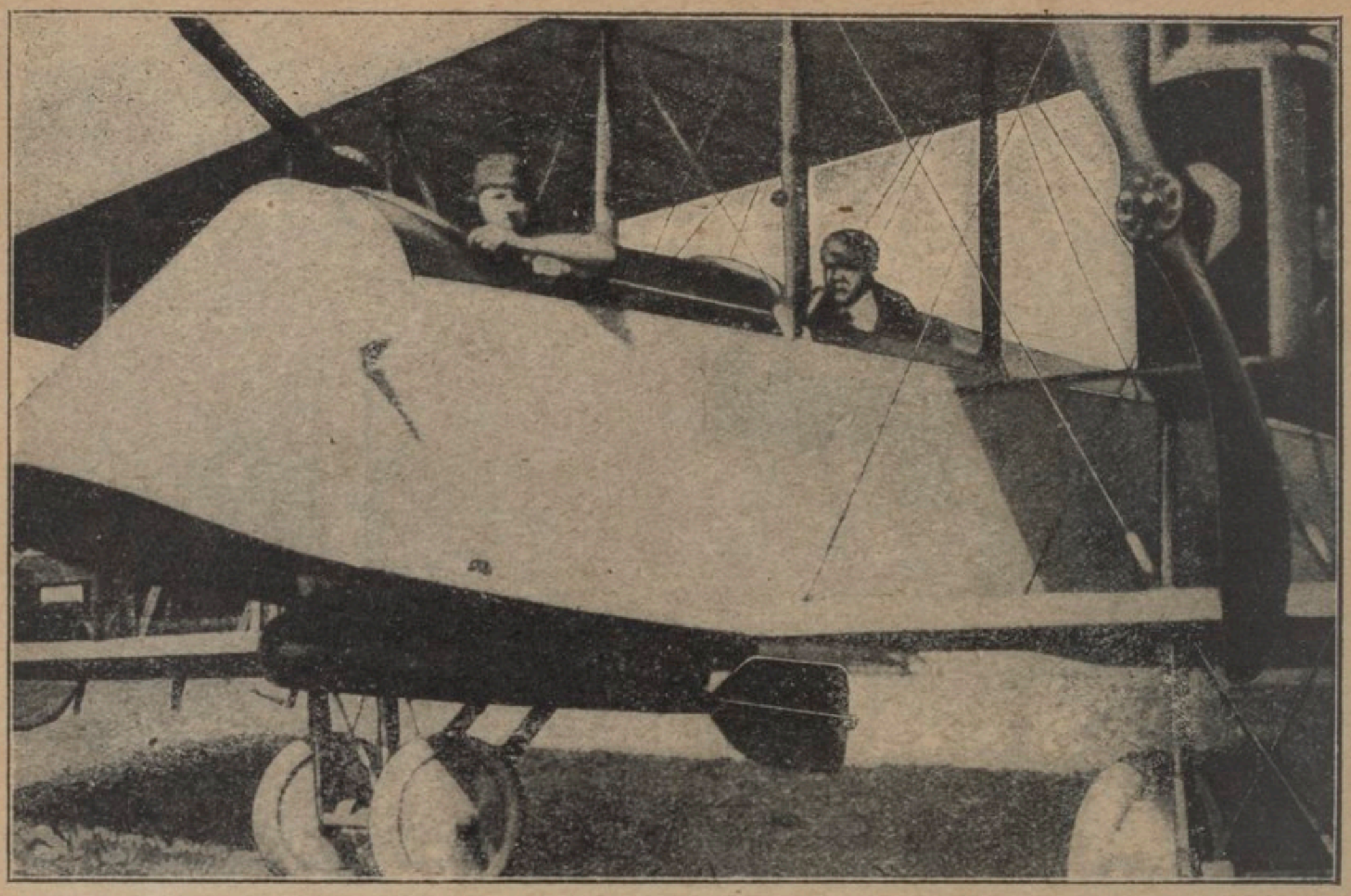
La fabrication des torpilles aériennes ne présente aucune difficulté spéciale car elle est beaucup plus simple que celle des torpilles sous-marines dont la propulsion et la direction exigent l'emploi d'appareils particulièrement délicats et coûteux que *La Science et la Vie* a plusieurs fois décrits.

Le point de départ de cette fabrication consiste dans l'obtention d'un cylindre d'acier forgé, comme un corps d'obus, au moyen d'une presse hydraulique munie de poinçons et de matrices appropriées. Une fois sorti de la forge, le cylindre est alésé et tourné au diamètre voulu. La calotte sphérique destinée à fermer l'extrémité de la torpille se fabrique aussi très aisément au moyen d'une presse à emboutir et on la soude facilement à l'une des extrémités du corps grâce à l'emploi de la soudure autogène réalisée par un chalumeau oxyacétilénique. La ligne de suture est invisible et il n'y a pas d'exemple qu'une soudure ainsi obtenue n'ait pas résisté aux plus violents efforts. Souvent aussi on visse la calotte au lieu de la souder pour faciliter le chargement de l'engin et la fixation des détonateurs.

La queue de la torpille se fabrique d'une manière analogue et se soude exactement de la même façon à l'extrémité du corps opposé à la tête.

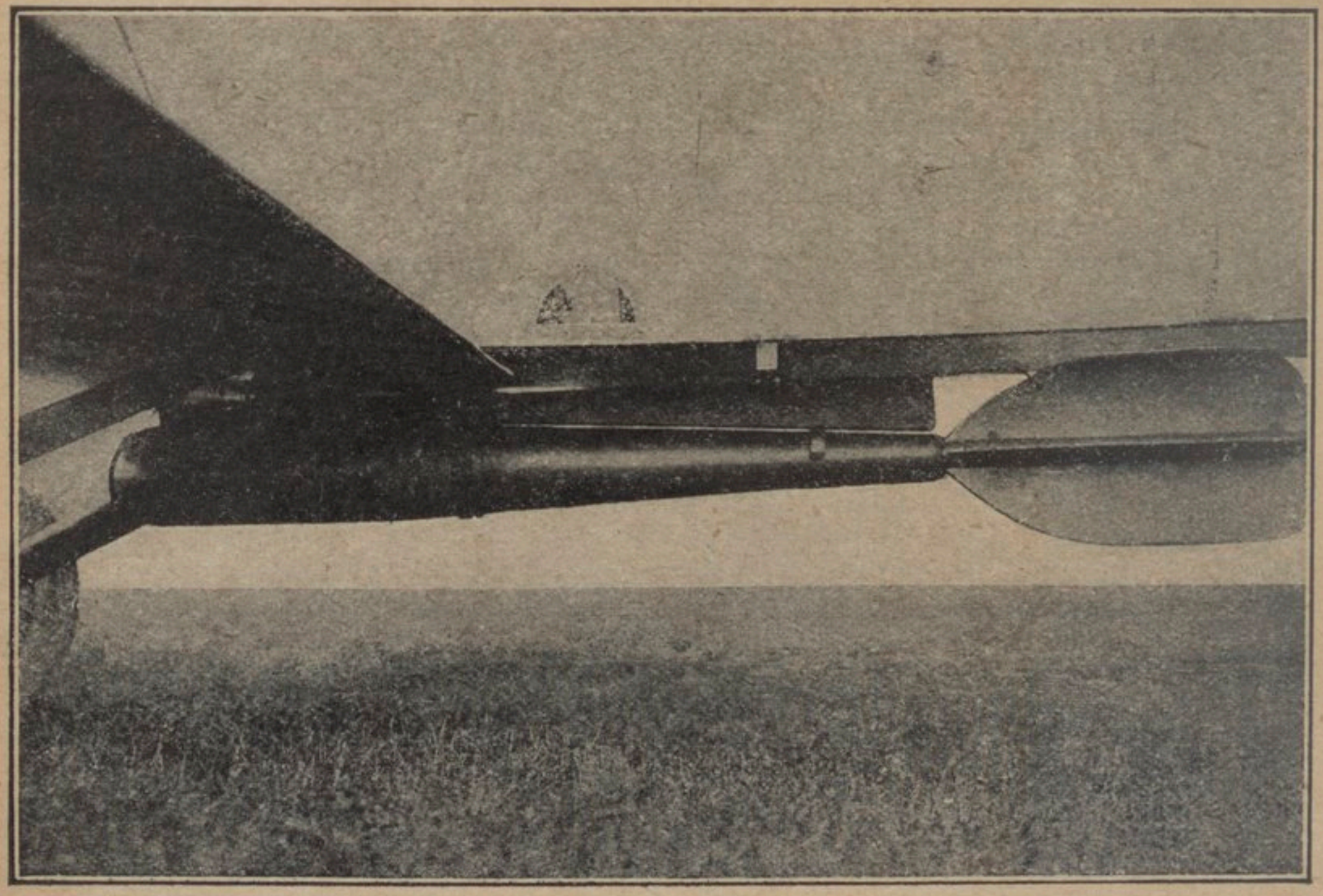
Avant de mettre en place la tête de la torpille, qui joue par rapport à elle le rôle de la fusée d'obus, on procède à la mise en place de la charge que l'on pilonne à l'intérieur du réservoir d'acier, comme s'il s'agissait d'un projectile ordinaire de fort calibre, La tête du détonateur dépasse légèrement à l'extérieur de la calotte et détermine l'explosion au moment voulu, grâce à une gaine-relai placée à l'intérieur.

La queue-gouvernail, composée d'un axe et de quatre ailes montées à angle droit



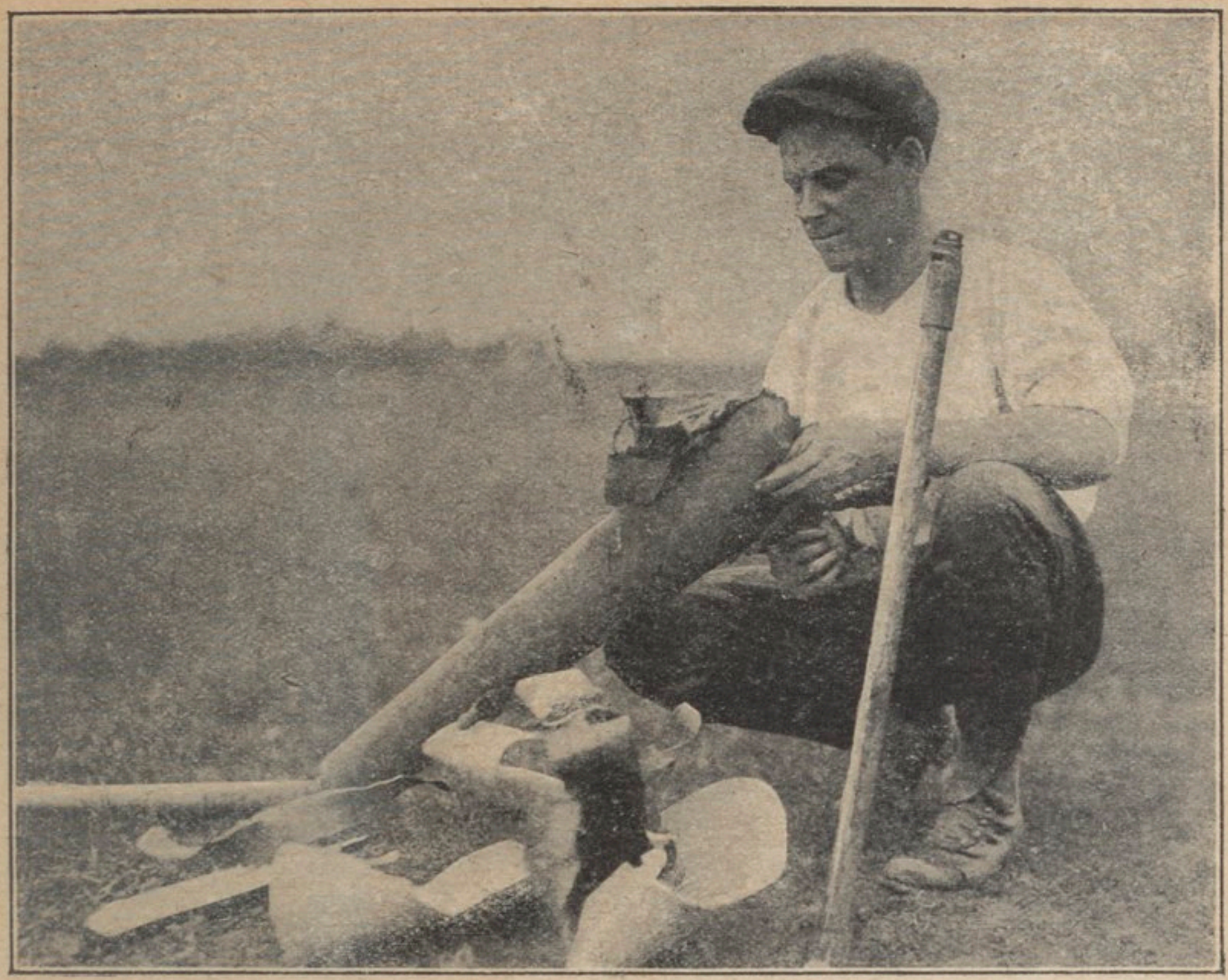
AVANT D'UN AÉROPLANE DE BOMBARDEMENT ARMÉ DE SA TORPILLE

L'engin est installé à la place qu'il occupe pendant le vol de l'appareil, sous le siège du pilote.



DÉTAIL DE LA FIXATION D'UNE AÉRO-TORPILLE SOUS UN AVION

Le projectile est fixé à une fausse quille de bois au moyen de colliers métalliques qui peuvent s'ouvrir.



LES DÉBRIS D'UNE AÉRO-TORPILLE APRÈS SON ÉCLATEMENT

On a réuni les fragments de l'engin dispersés par l'explosion, laquelle a eu lieu dans un champ en creusant un trou de grande profondeur.

les unes par rapport aux autres, se visse à l'extrémité de la torpille opposée à la tête. On voit en somme qu'il s'agit d'un projectile extrêmement simple et dont le prix de revient est suffisamment faible pour permettre d'en fabriquer de grandes quantités sans engager des dépenses très élevées.

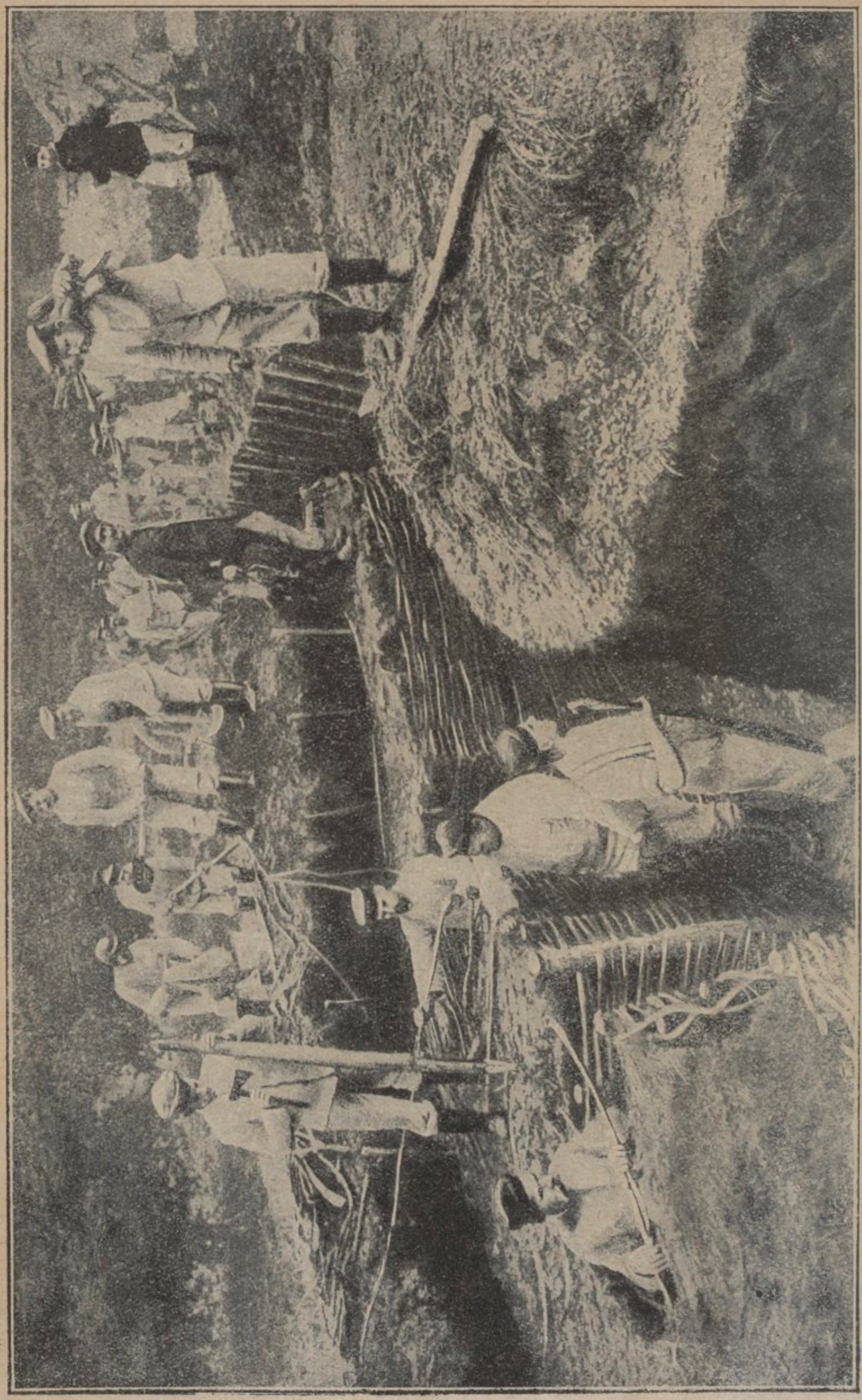
Il suffit à l'aviateur d'un peu de coup-d'œil et d'adresse pour arriver à lancer sa torpille au bon endroit, à l'intérieur d'un réservoir à pétrole, d'un gazomètre ou d'un bâtiment à plusieurs étages faisant partie, par exemple, d'une usine de guerre.

On peut aussi prendre comme but une batterie ennemie composée de gros canons dont on désire éteindre le feu d'une manière définitive en mettant ses pièces hors de service et en faisant exploser les magasins et les réserves de munitions placés aux alentours immédiats de l'abri.

Projetée d'une grande hauteur dans une direction complètement verticale, la torpille aérienne produit en tombant sur le sol et en explosant dans sa profondeur, un entonnoir d'un diamètre considérable et dévaste tout dans un rayon qui peut dépasser cent mètres. C'est ce qui en fait l'arme par excellence du dirigeable à bord duquel on peut en embarquer un grand nombre, alors que l'aéroplane ne peut en porter qu'une seule. On peut, en effet, fixer les torpilles sous les nacelles et déterminer leur chute en les libérant de leurs colliers, sans avoir à manœuvrer aucun appareil et sans affaiblir la résistance des nacelles par l'ouverture de trous analogues à ceux qui servent au lancement des bombes à bord de certaines machines aériennes de bombardement.

Quoiqu'elle ne réalise peut-être pas encore tous les progrès dont elle est susceptible, cette première torpille aérienne n'en n'est pas moins conçue d'une manière simple et pratique qui rend son utilisation facile et, comme nous l'avons dit plus haut, sa fabrication simple et économique.

J.-F. DILLON.



PRÉPARATION PAR LES PIONNIERS ALLEMANDS D'UNE POSITION DE REPLI EN ARRIÈRE DES PREMIÈRES LIGNES DE FEU

Les hommes du génie amenés en camions automobiles construisent ici une tranchée clayonnée, avec traverses contre les tirs d'enfilade et boyau de communication.

LES TRAVAUX DE CAMPAGNE DES PIONNIERS ALLEMANDS

Par le commandant Albert SICRE

ANCIEN PROFESSEUR DE FORTIFICATION A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

La guerre, dit le règlement du pionnier allemand, met les troupes de toutes armes, dans l'attaque et la défense, dans les marches et pendant le repos, en présence de missions qu'elles ne peuvent remplir que si elles connaissent à fond les prescriptions du service en campagne du pionnier. Les principales de ces missions sont, pour toutes les armes : les améliorations en pleine voie, les installations des bivouacs et des camps, les travaux de tranchées etc. Chaque arme possède, d'ailleurs, ses missions particulières.

Je ne me propose nullement, dans ce qui suit, de décrire, par le détail, tous les travaux du pionnier allemand et d'énoncer, même rapidement, toutes les instructions qui sont contenues dans les divers règlements de ce service. Je me contenterai de donner des indications sur les parties les plus intéressantes de ces instructions officielles et de traiter les questions qui me paraissent les plus importantes.

En temps de paix, les Allemands avaient organisé des compagnies ou des sections de pionniers, qui ont été employées en campagne, groupées le plus possible et suivant les besoins, avec des soutiens d'autres armes, cavalerie et artillerie, restant, elles, sous les ordres de leurs propres officiers.

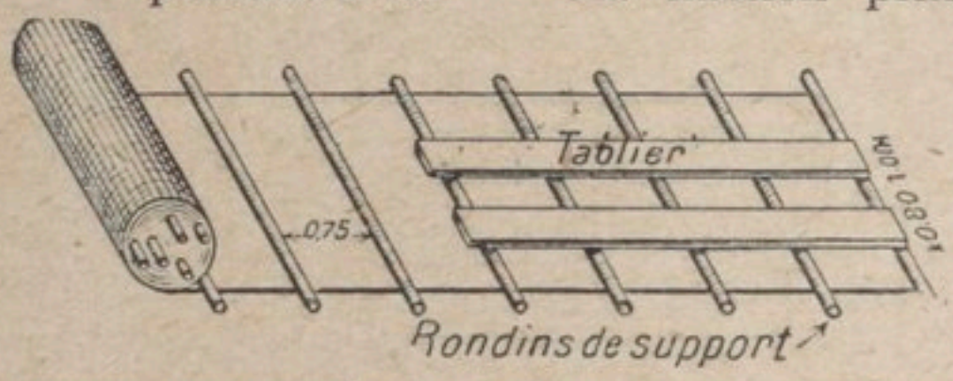


PLATE-FORME DÉROULABLE POUR LA TRAVERSÉE DES TERRAINS MARÉCAGEUX OU MOUS

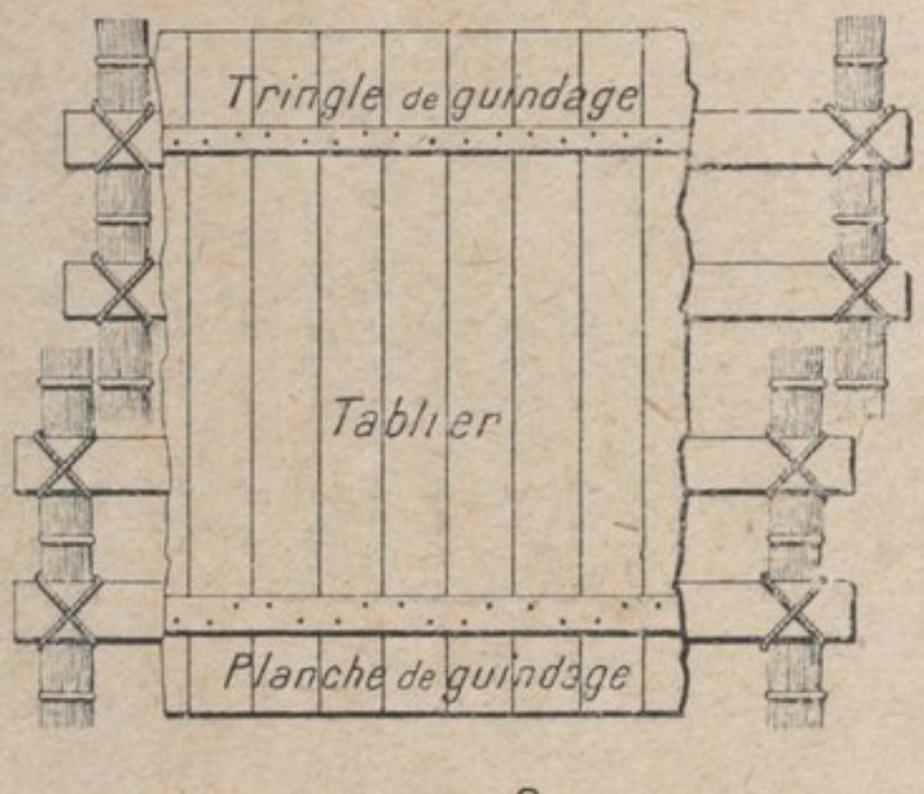
Ce chemin mobile est construit par la méthode dite du "tapis d'escalier", avec rondins de support et tablier en planches.

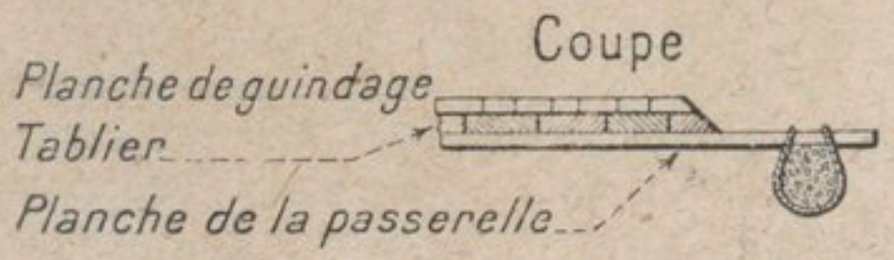
La répartition des pionniers en petits détachements dans les autres armes a toujours été une chose un peu exceptionnelle.

La mission principale du pionnier est d'appuyer l'infanterie dans le combat. Pour remplir cette mission, les pionniers sont adjoints à l'infanterie, soit par unités constituées entières (bataillons, compagnies, sections), soit par petits détachements ou faibles fractions : la solution adoptée dépendra beaucoup de la nature des missions à remplir ainsi que du degré de l'instruction acquise par les troupes d'infanterie dans l'exécution des travaux de campagne.

Une infanterie bien dressée n'a besoin de l'aide des pionniers, dans les premières phases du combat, que pour les opérations et les travaux difficiles, par exemple pour exécuter les reconnaissances et les piquetages, pour construire des couverts qui sont à installer dans des circonstances de terrain défavorables ou qui doivent présenter une résistance particulière, pour établir des défenses accessoires sérieuses et pour exécuter des travaux d'assèchement. Pour la plupart de ces travaux les pionniers allemands opèrent de préférence par unités constituées.

Dans l'attaque, en dehors des travaux normaux, les pionniers sont employés princi-

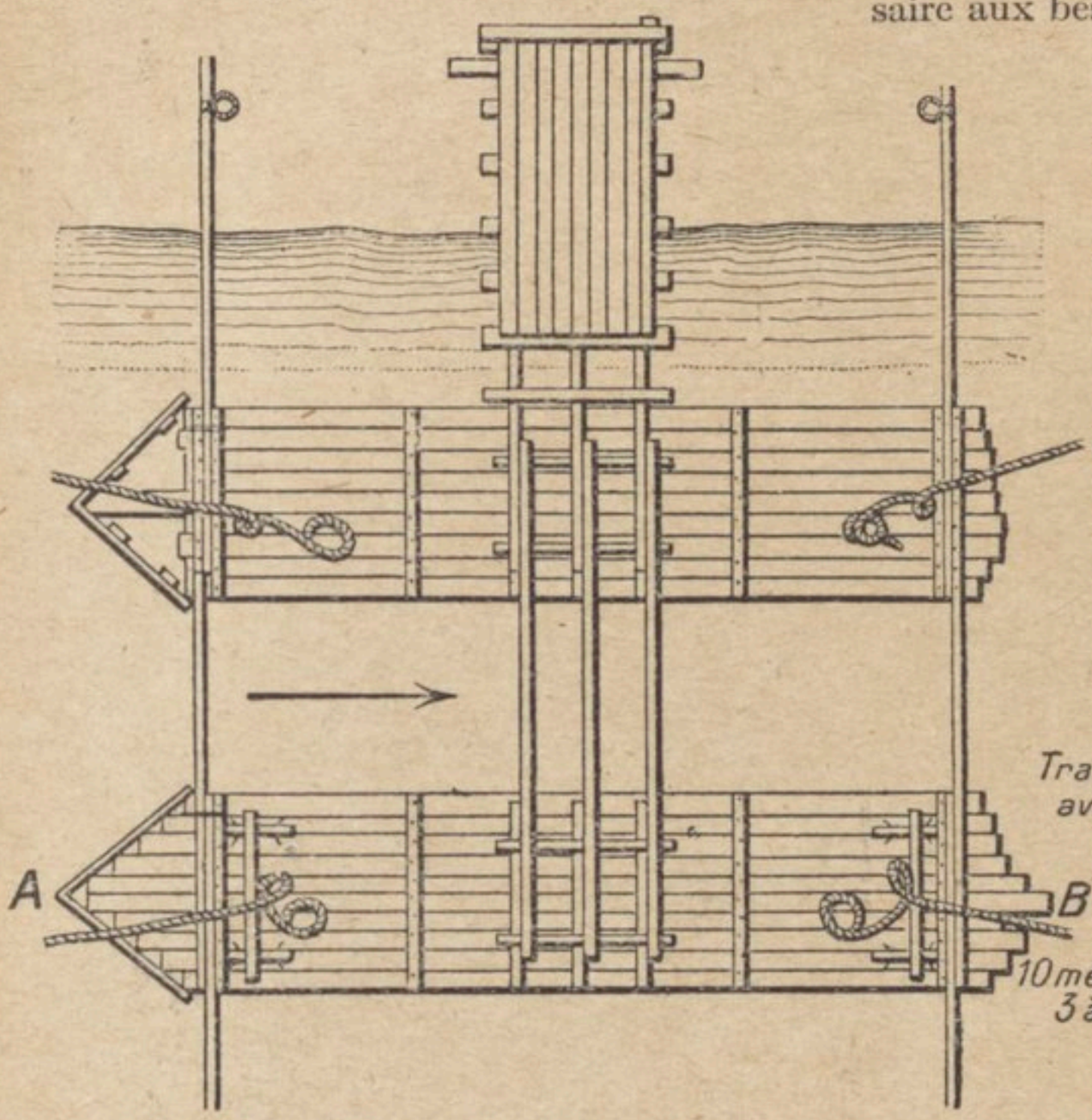




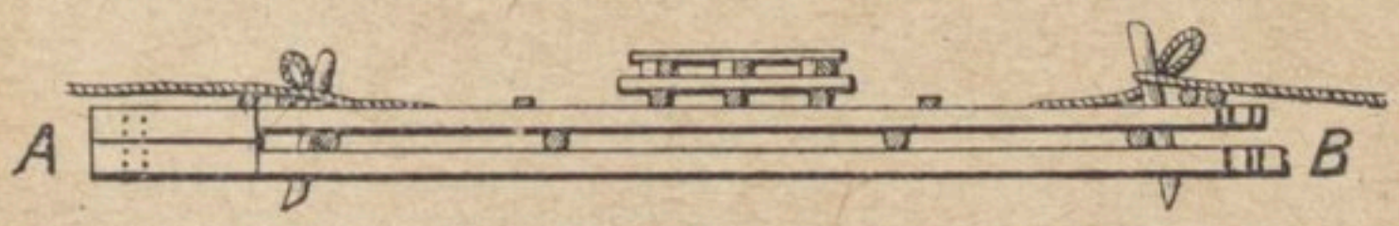
PASSERELLE ÉTABLIE SUR UN TERRAIN DÉTREMPÉ, POUR LE PASSAGE DES CHEVAUX

palement à l'avancement des sapes pied à pied, aux travaux de destruction des défenses accessoires et des organes de flanquement et à la mise en œuvre du matériel d'assaut.

En général, chacune des divisions placées dans la zone d'attaque dispose d'un régiment de pionniers, composé de 2 bataillons à 3 compagnies chacun.



Élévation latérale.



PONT-PASSERELLE CONSTRUIT SUR TRAIN DE BATEAUX OU SUR TRAIN DE BOIS (*AB*), D'APRÈS LA MÉTHODE ENSEIGNÉE AUX PIONNIERS DES ARMÉES AUSTRO-ALLEMANDES

Le service des pionniers est réglé, d'une manière générale, d'après celui des unités d'infanterie auxquelles ils sont adjoints. Une partie des pionniers se trouve donc en première ligne, une autre partie, de piquet, le reste, en réserve à l'arrière du front.

Chaque régiment de pionniers possède un équipage léger de siège. D'une façon générale, cet équipage sert à constituer : un parc principal de pionniers, plusieurs parcs intermédiaires et des parcs de tranchées. Les parcs de tranchées se ravitaillent aux parcs intermédiaires, ceux-ci au parc principal.

Le parc principal de pionniers a la gestion de tous les matériaux et de tout le matériel nécessaire à l'infanterie et aux pionniers pour l'exécution des travaux d'attaque.

Le parc intermédiaire renferme le plus important des stocks d'outils et de matériaux mis à la disposition des troupes ; il doit toujours s'y trouver le matériel nécessaire aux besoins des jours suivants.

Les sections de projecteurs sont d'abord affectées aux régiments de pionniers et réparties ensuite suivant les besoins.

Dans la défense, incombent principalement aux pionniers, outre l'exécution des travaux de mise en état de défense, la mission de s'opposer aux travaux d'attaque de l'assaillant par la construction de tranchées de contre-attaque, l'emploi de grenades à main, de mines et d'explosifs, celle d'exécuter les travaux d'entretien, de rétablissement ou de renforcement des organes de défense de toutes sortes, enfin celle d'assurer la mise en œuvre du matériel destiné à empêcher l'assaut.

Les pionniers faisant partie de la garnison de guerre d'une place forte comprennent :

Les pionniers de la garnison de chaque secteur ;

Les pionniers du noyau central ou dépôt principal;

La réserve des pionniers.

La tenue et l'équipement à adopter pour les pionniers sont choisis suivant les circonstances; il peut être utile de se noircir le visage et les mains ; par temps de neige, il est recommandé de revêtir une chemise ou une longue blouse blanche par-dessus son uniforme.

Comme arme, il suffira, le plus souvent, de prendre le revolver ou une courte arme d'estoc ; des jumelles de nuit et une cisaille constitueront, en général, des auxiliaires indispensables. Suivant les besoins, on emportera des haches, des sondes en métal, des fils à plomb de maçon, des cordes à grimper, des cordeaux étalonnés en longueur, des

lanternes de poche, des allumettes-bougies, des appareils photographiques, etc. Si l'on désire effectuer la reconnaissance à la lumière d'un projecteur, il sera souvent nécessaire que la patrouille le dirige elle-même en utilisant le téléphone.

Après ces généralités, que je trouve indispensables, car elles montrent une fois de plus, par quelques détails authentiques, comment les Allemands avaient préparé la guerre actuelle, je dirai rapidement de quelle manière les pionniers doivent procéder à l'entretien et à la réfection des voies de communication, routes et chemins.

Par suite d'un usage prolongé, du passage de forts charrois d'artillerie, poids lourds, de munitions, etc., et de circonstances atmosphériques défavorables, comme la pluie, les routes, même les meilleures, si elles ne sont pas surveillées et réparées à temps, deviennent rapidement inutilisables.

Il y a donc lieu de s'occuper tout particulièrement du réseau de routes existant pour l'exécution facile de grands mouvements d'armées. Toute la partie relative à cette question a été exposée dans les ouvrages suivants que je citerai pour mémoire : *Kampf und Festungen* (règlement sur la guerre de siège) et *Kriegsetappendienstordnung* (sur le service des étapes).

Ces ouvrages, très précis, développent, avec force détails, les méthodes de remise en état des ponts détruits, la réfection des plates-formes de voies ferrées et toutes les indications relatives aux reconnaissances des diverses voies de communication.

Les routes, les voies ferrées et les ponts

Dans le choix d'un chemin, dit le règlement allemand, il faut considérer la communication la plus courte, la manière dont il est défilé aux vues et aux coups de l'ennemi, les fractions utilisables, les ponts, les gués et autres défilés, la nature du sol et des végétaux qui le couvrent, les pentes, les travaux nécessaires, le temps, le personnel et les matériaux dont on devra pouvoir disposer sur place.

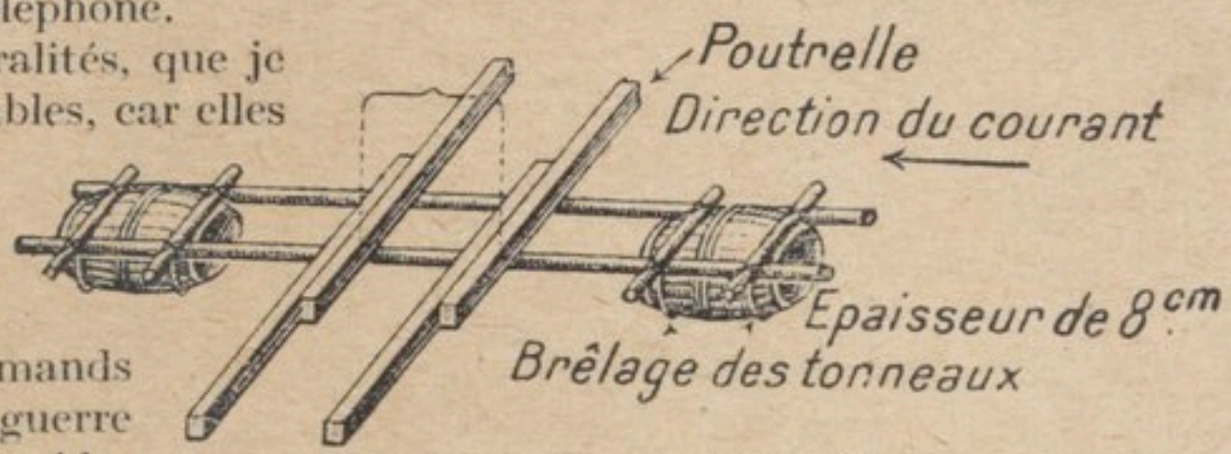
Dans le cas d'un terrain pas trop mou, on peut utiliser des panneaux en planches ou des panneaux sur lesquels on a tendu de l'étoffe, ou bien des plates-formes qui se déroulent un peu à la façon d'un tapis (fig. page 159).

Pour l'amélioration des chemins existants, il est recommandé de respecter la superstructure des routes : des fouilles et des déboisements sont souvent plus nuisibles qu'utiles ; il y a lieu, en outre, de rendre quelquefois des voies ferrées praticables pour les troupes à pied : on utilise à cet effet des madriers, que l'on dispose suivant des schémas adaptés aux circonstances. Pour les chemins destinés au trafic automobile, il faut enfin prendre des dispositions particulières (les mêmes que les nôtres). Je n'insiste pas sur cette question, me bornant à décrire, très succinctement d'ailleurs, les points qui me semblent les plus originaux.

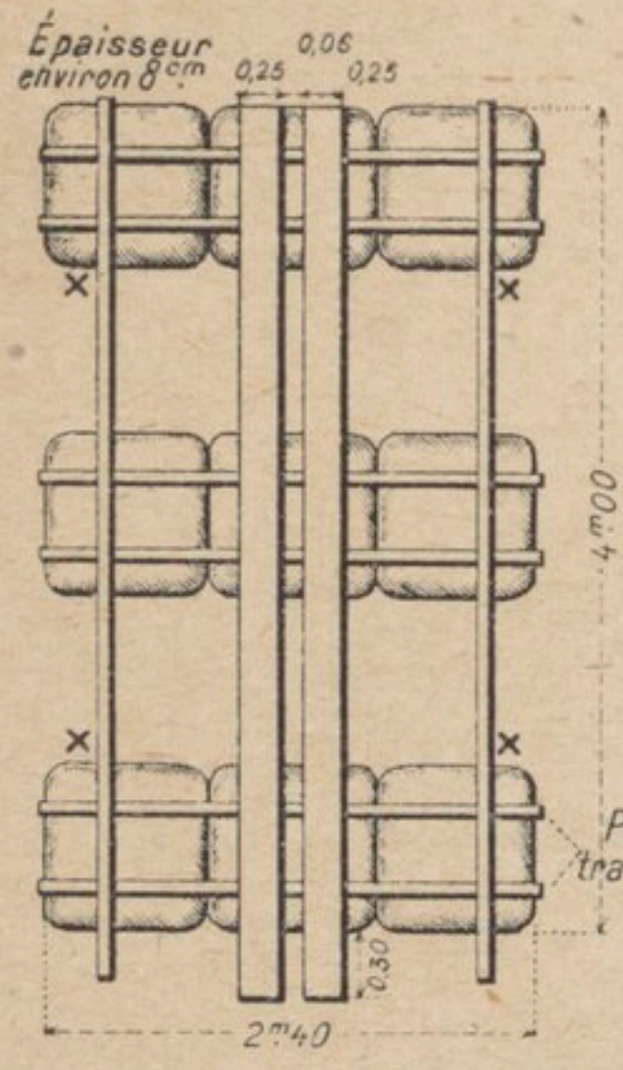
Pour les chemins de fer, en cas de nécessité (dans les arrêts de l'exploitation, accidents, destruction à proximité de l'ennemi), il faut débarquer très souvent les trains de convois militaires en pleine voie, et on munit alors ces trains de rampes de circonstance. Le règlement allemand prévoit l'organisation d'équipes de montage et d'embarquement des troupes, afin d'accélérer la construction de ces rampes de circonstance. Chaque train militaire allemand comporte, à cet effet, comme matériel de rampes de circonstance : dix poutres longues de 6 mètres et dix poutres courtes de 2 m. 25, vingt-quatre panneaux en planches de 2 m. 25 et vingt clameaux pour les assemblages.

Les rampes mobiles peuvent être établies soit pour des chevaux (elles sont alors étroites), soit pour les véhicules.

Enfin, il peut être nécessaire d'établir des



RADEAU DE TONNEAUX EMPLOYÉ COMME CORPS DE SUPPORT POUR LES PONTS DE FORTUNE



ÉLÉMENT DE PONT RAPIDE DE L'ARMÉE ALLEMANDE

Ces éléments sont construits avec des ballots de paille, d'une grande capacité portante, entourés de toiles de tente.

rampes fixes et même de les construire avec des moyens de fortune : on emploie généralement, dans ce but, des rails, des traverses, et des poutrelles taillées dans les matériaux dont on dispose sur place.

Pour la traversée et la défense des cours d'eau, que je passerai en revue rapidement, le règlement allemand stipule tout d'abord qu'il est indispensable de jeter en temps opportun un coup d'œil sur le terrain situé en arrière du cours d'eau (avions et dirigeables).

Le changement de rive peut être effectué par un franchissement suivi d'un lancement de pont ou, dans le cas de petits détachements, uniquement par franchissement.

Loin de l'ennemi, il ne s'agit que de rassembler le personnel et les moyens techniques assez à temps pour éviter les pertes de temps. Le passage s'exécute de vive force quand les troupes adverses peuvent être combattues par un feu supérieur; dans tous les autres cas, on ne prévoit qu'un passage par surprise, avec la coopération d'importants effectifs de pionniers. Je dirai quelques mots des ponts de circonstance adoptés par l'armée allemande ; ce sont les passerelles et ponts rapides larges de 0 m. 50 à 1 mètre pour les hommes isolés à pied ; les ponts-passerelles larges de 2 mètres environ pour l'infanterie en rang ; les ponts de colonne, de 3 mètres de largeur, pour le passage de l'armée sans mortiers ; les ponts de colonne lourde pour les grosses pièces de siège, les foules d'hommes pressés et les convois lourds d'armée.

Tous les ponts comprennent une superstructure (poutrelles, tabliers, poutrelles de guindage, etc.), et des corps de support portant la superstructure.

Pour les assemblages, on emploie le fil de fer et les commandes, le fer plat, les clameaux et les clous. Les assemblages en fil de fer ne se plient pas aussi facilement que les assemblages faits avec des commandes ; les deux espèces d'assemblages peuvent être tendus au moyen de forts coins en bois qu'on y chasse.

On empêche le glissement des assemblages en y enfonçant des clous.

Pour supporter les bois, on se sert souvent d'échantignolles, et, en cas d'urgence, de clameaux.

Avant de construire un pont on en détermine la longueur, puis on évalue la profondeur de l'eau, la nature du lit (fond d'ancrage), la vitesse du courant et sa direction, les travaux nécessités par les chemins d'accès, les endroits où l'on trouve, et l'on recherche où l'on peut se procurer, dans le voisinage le plus proche, les matériaux et les outils.

En vue des mesures préparatoires, il faut déterminer avec le plus grand soin :

La situation exacte du pont, les portées, le nombre, la nature et les dimensions des supports, la manière d'ancrer les supports flottants, la nature de la superstructure, le nombre des poutrelles, les emplacements où l'on ajustera la superstructure et l'infrastructure, l'organisation des accès au pont.

La répartition des travailleurs est faite comme il suit :

Aller chercher les matériaux et les outils nécessaires,

Construire et organiser les corps de support des traverses,

Ajuster la superstructure (poutrelles, madriers, etc.),

Organiser les chemins d'accès,

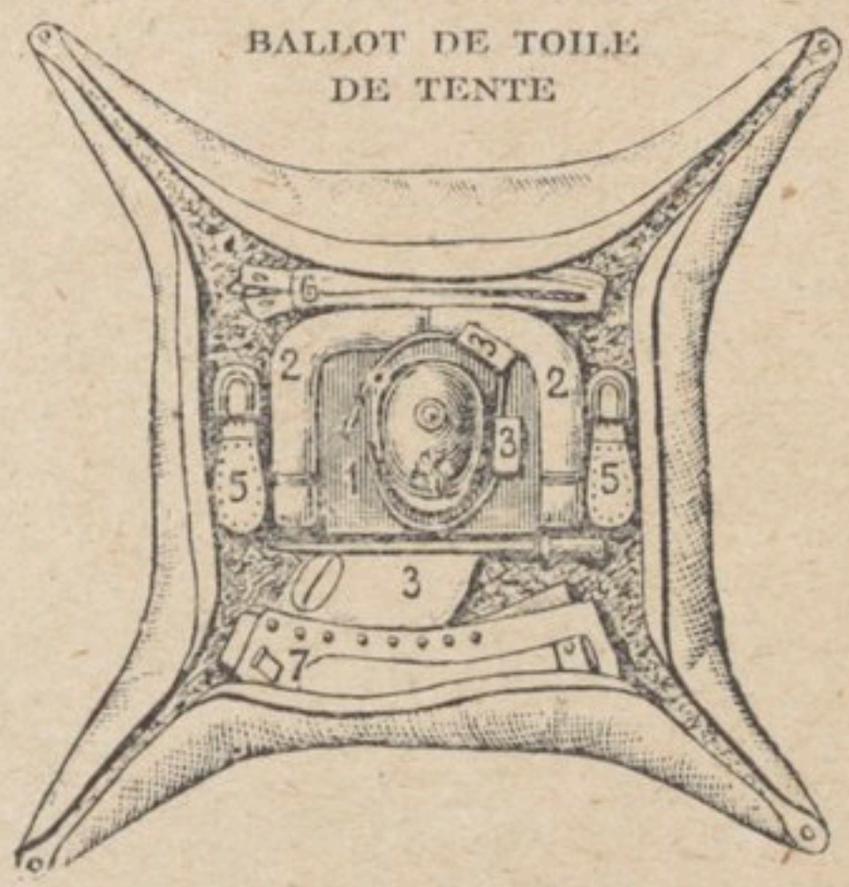
Construire les supports du tablier,

Apporter les poutrelles et les madriers, les mettre en place,

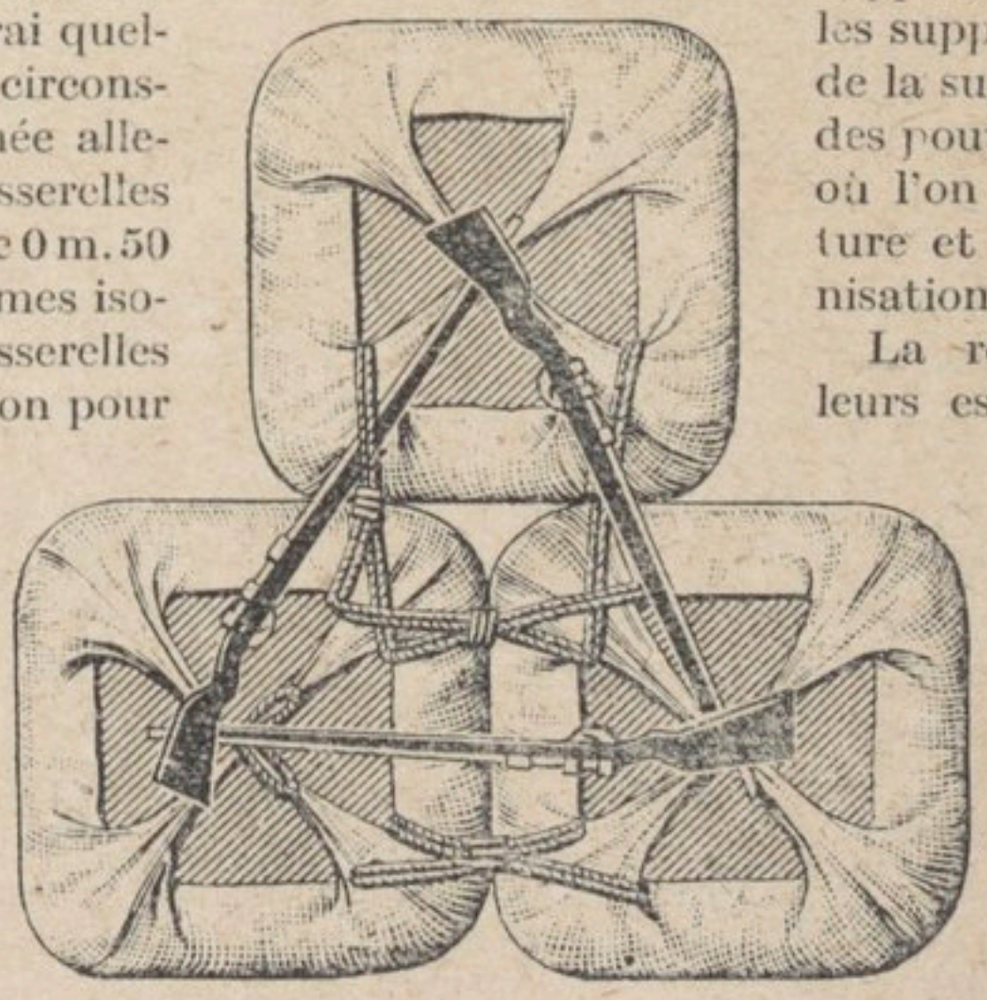
Fixer le tablier et poser le garde-fou.

Si on ne dispose que de peu d'hommes,

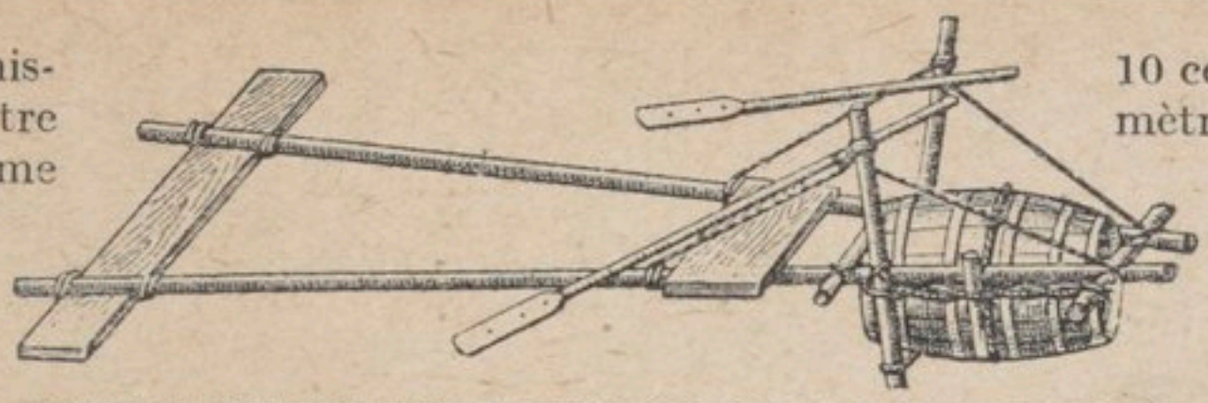
BALLOT DE TOILE DE TENTE



Pour traverser un cours d'eau à la nage, les hommes empaquettent leurs vêtements et leur équipement dans la toile de tente, qu'ils poussent devant eux, sur l'eau. — 1, *sac* ; 2, *manteau* ; 3, *ceinturon avec baïonnette, musette et bidon* ; 4, *casque* ; 5, *bottes* ; 6, *pantalon* ; 7, *tunique*.



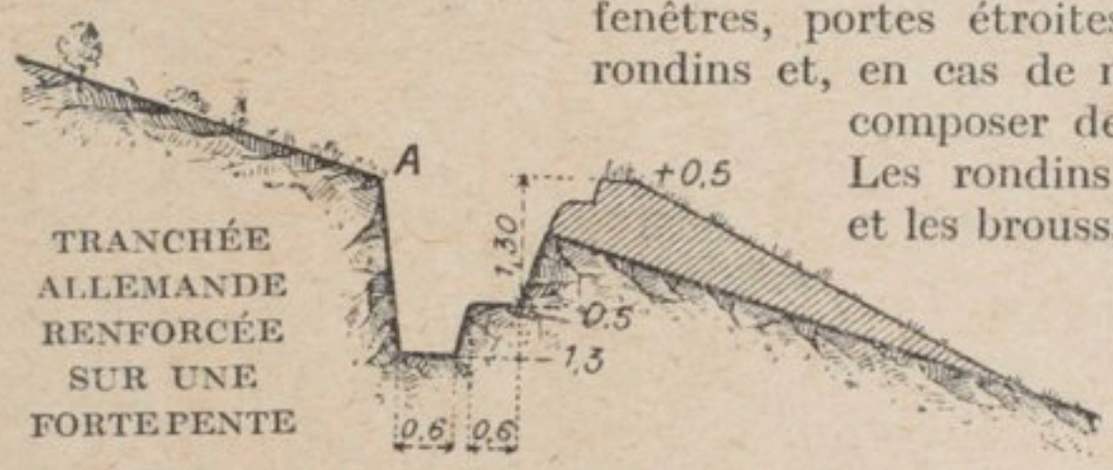
RADEAU COMPOSÉ DE TROIS BALLOTS ET PORTANT LES FUSILS



PETIT RADEAU HATIVEMENT CONSTRUIT PAR UN PIONNIER ALLEMAND POUR TRAVERSER UNE RIVIÈRE

plusieurs de ces missions peuvent être confiées au même détachement.

Dans la construction de passcrelles et de ponts rapides, le premier et le dernier corps de support sont constitués par la rive elle-même (points d'appui des poutrelles). Pour une passerelle, un madrier suffit ; on y assujettit les poutrelles comme culée. On peut essayer de franchir les obstacles de peu de largeur avec une seule travée ; si la passerelle s'infléchit trop, on peut disposer un support intermédiaire. Puis, peuvent servir de supports : des voitures ou des avant-trains, des chevalets, des pieux (palées), de lourdes caisses, des meubles, des tonneaux, tréteaux et beaucoup d'autres objets.



TRANCHÉE ALLEMANDE RENFORCÉE SUR UNE FORTE PENTE

Quand la tranchée est construite sur une position dominante, on arrondit l'arête A afin de la rendre invisible.

Pour les pilots, les pieds et les chapeaux de chevalets des passerelles, pour toutes les portées et les hauteurs de supports (mesurées du fond du cours d'eau jusqu'à l'arête inférieure du chapeau), il suffit de prendre des bois solides mesurant environ 10 centimètres de diamètre ou de côté.

Les embarcations, canots et nacelles sont utilisables immédiatement comme supports flottants ; on n'a qu'à se préoccuper d'enfoncer de forts clous ou des clameaux ou bien de clouer des tringles de manière à pouvoir bréler les poutrelles. Les tonneaux et les fûts sont bons à utiliser quand le courant n'est pas trop fort. Le tablier peut consister en madriers, châssis de fenêtres, portes étroites, bois refendus et rondins et, en cas de nécessité urgente, se composer de fortes broussailles. Les rondins, les bois refendus et les broussailles sont placés en travers des poutrelles et cloués solidement ou maintenus par des perches ou des tringles de guindage brélées par-dessus.

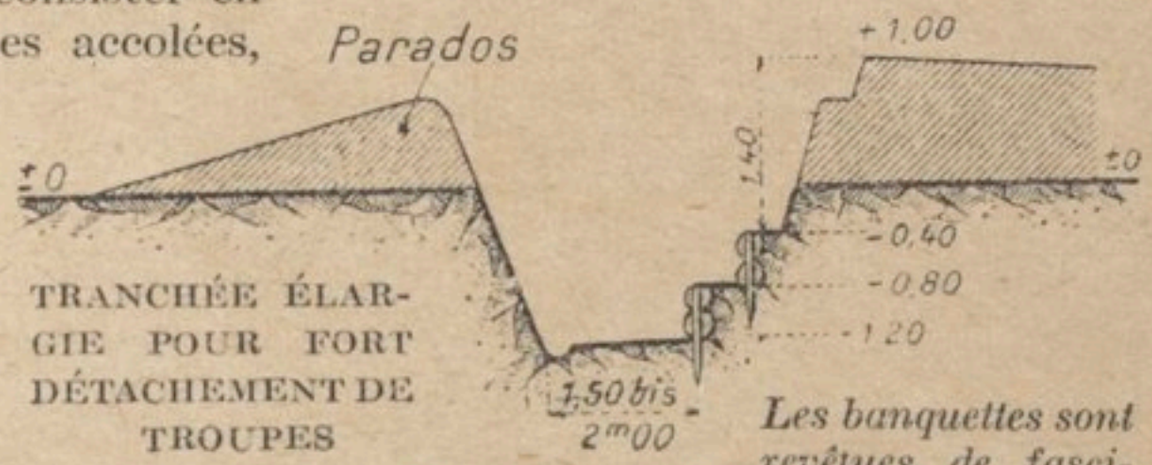
On appelle ponts rapides des passerelles, construites le plus légèrement possible, qui peuvent être portées et poussées rapidement au-dessus de l'eau. Ils consistent principalement en corps flottants de support, en liaisons transversales et en un tablier.

On utilise comme supports flottants : des

TRANCHÉE ALLEMANDE AVEC ABRIS INDIVIDUELS CREUSÉS DANS LE PARADOS

fûts, des doubles ballots de toiles de tente, des récipients métalliques étanches, des caisses entourées de toile de tente, des sacs à fourrage, des bâches de voiture et, en cas de besoin, des bottes de paille longue.

Le tablier peut consister en madriers, en perches accolées, en échelles sur lesquelles on a cloué de petites planches ; on peut le munir avantageusement d'un garde-fou très léger.

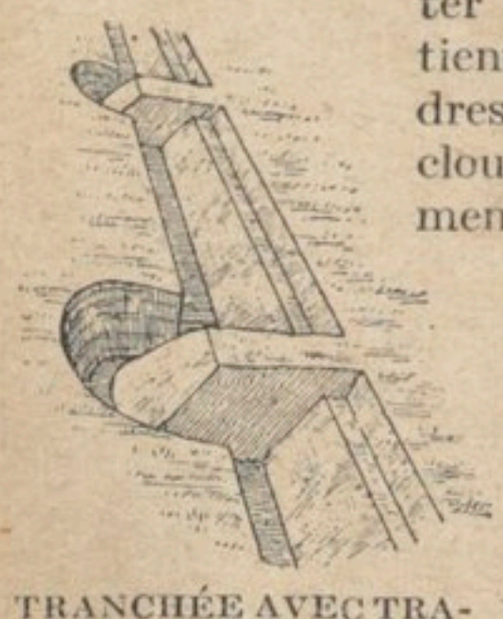


TRANCHÉE ÉLARGIE POUR FORT DÉTACHEMENT DE TROUPES

Dans la poussée en avant, un ou deux hommes s'asseyent ou se couchent sur l'élément de tête et, gouvernant avec des perches ou des pelles, donnent ainsi au pont rapide la direction convenable. Cette manœuvre réussit encore mieux si de bons nageurs tirent le pont, au moyen de cordages, de la rive opposée.

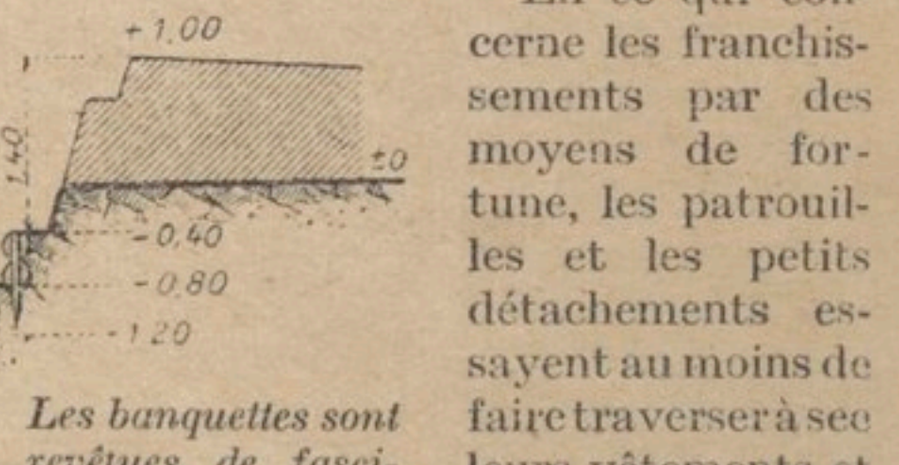
Si on veut construire un radeau de tonneaux, on dispose d'abord les deux cadres entre lesquels reposent les tonneaux ; sur le cadre inférieur, on place les tonneaux (fûts), la bonde en dessous, et sur ceux-ci on installe l'autre cadre, parallèle au cadre inférieur.

On relie ensuite les deux cadres par des bois verticaux et on assujettit sur ceux-ci les madriers ou perches servant à contre-buter les tonneaux. On obtient la réunion des cadres entre eux, soit en les clouant, soit, plus rarement, en les brélant ave des commandes ou du fil de fer.



TRANCHÉE AVEC TRAVERSES POUR ÉVITER LES TIRS D'ENFILADE

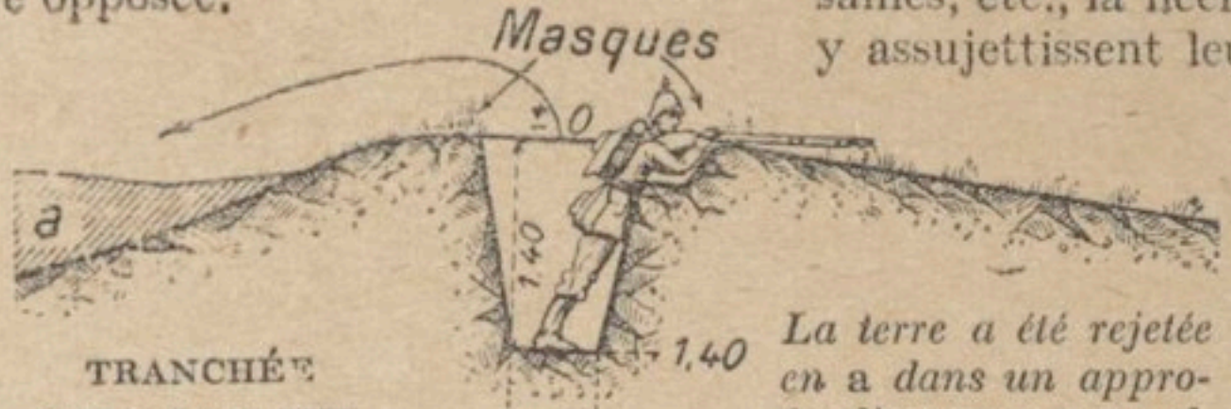
Pour le franchissement des cours d'eau avec des bateaux trouvés sur place, les patrouilles et les petits détachements utilisent les canots, embarcations et nacelles. Si l'on doit souvent traverser des cours d'eau de faible largeur, on peut tendre au-dessus une cinquenelle, une corde ou un fil de fer sur lesquels se halent ceux qui doivent passer. En cas de fort courant, le bateau doit être tenu en aval de la corde pour ne pas chavirer. On relie les petits bateaux en brélant dessus des perches, des rondins ou des madriers qui servent de siège aux hommes.



Les banquettes sont revêtues de fascines ; les gradins de franchissement et les installations pour entreposer le matériel sont faits par les pionniers.

En ce qui concerne les franchissements par des moyens de fortune, les patrouilles et les petits détachements essayent au moins de faire traverser à sec leurs vêtements et leur équipement. Les toiles de tente-abri sont tout indiquées pour confectionner les enveloppes.

Les nageurs empaquettent leurs vêtements et leur équipement dans la toile de tente humectée et couverte d'une épaisseur haute d'une main de paille, roseaux, joncs, broussailles, etc., la ficellent par en dessus, y assujettissent leur fusil et tirent le ballot ainsi formé derrière eux en nageant. La ficelle ne doit pas passer autour du cou. (Voir la figure à la page 162).



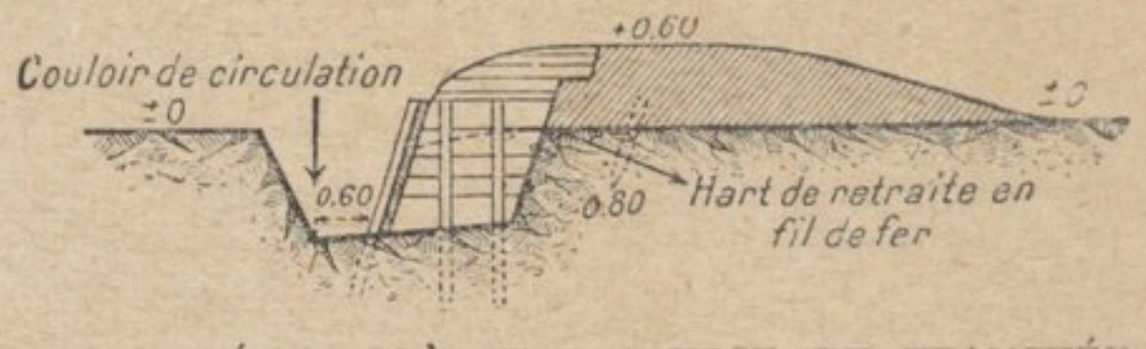
TRANCHÉE SANS PARAPET

La terre a été rejetée en a dans un approfondissement naturel.

Le règlement du pontonnier allemand stipule que l'on peut organiser des radeaux capables de résistance avec des ballots doubles reliés au moyen de perches, de pieux ou de madriers. Nous reproduisons enfin une petite embarcation de circonstance qui est souvent utilisée pour le passage d'un homme. (Fig. page 163).

Les voies de communication

La question de l'interruption des voies de communication tient également une grande



VUE LATÉRALE D'UNE TRAVERSE DE TRANCHÉE

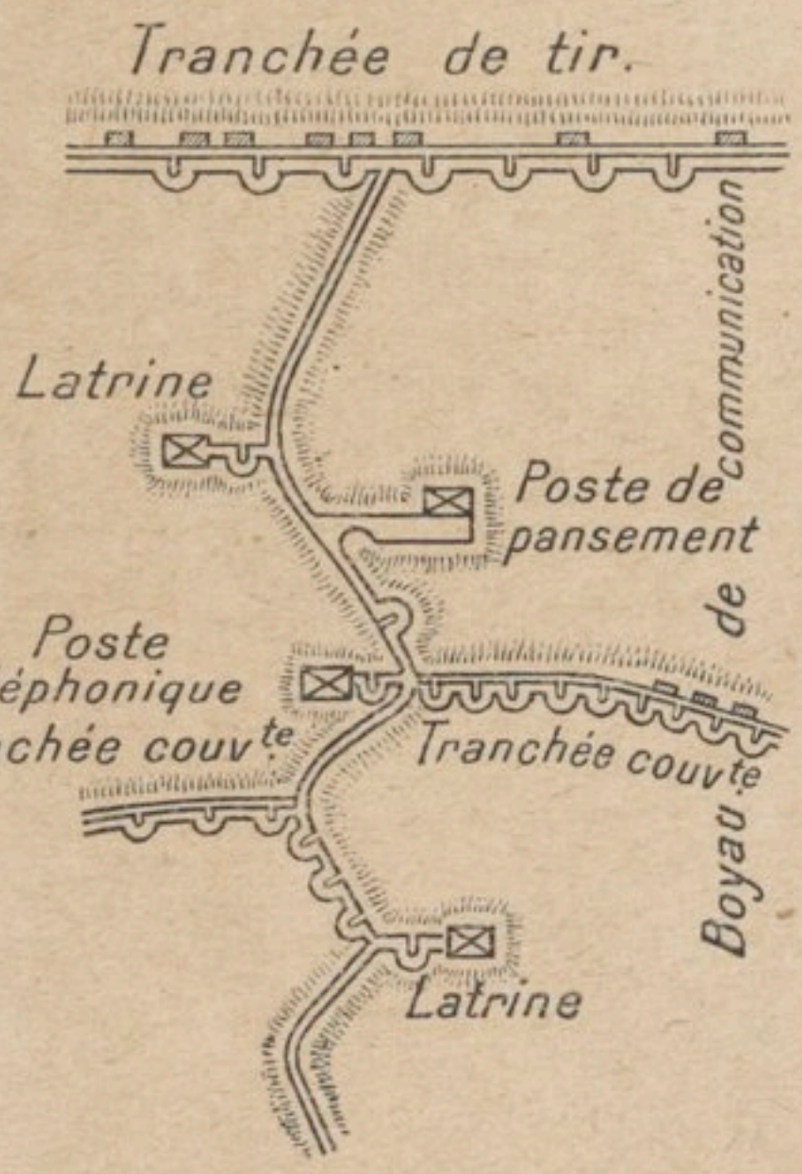
place dans le manuel du pionnier allemand. Je résumerai, en quelques lignes, ce que ce chapitre renferme de plus intéressant.

On distingue, disent les Allemands, sur les chemins de fer, les routes et les voies navigables, les destructions destinées à

TRANCHÉE AVEC PARAPET EXHAUSSÉ MUNI DE CRÉNEAUX EN POTERIE
On remarque, au centre de la photographie, la chambre destinée à abriter les munitions.

suspendre la circulation le plus longtemps possible, durant des semaines ou des mois, et les barrages destinés à empêcher la circulation pendant un temps restreint. Pour les télégraphes et les téléphones, il y a lieu de noter les destructions complètes sur toute l'étendue d'un ou plusieurs jours de marche, y compris les postes, et les interruptions légères des communications la plupart du temps à plusieurs endroits.

Tout a été prévu dans les moindres détails et il est stipulé, en particulier, que, pour la destruction, on doit choisir la partie qui impose à l'ennemi le plus de difficultés pour



DISPOSITION D'UNE TRANCHÉE ALLEMANDE DE PREMIÈRE LIGNE

être tournée et réparée. La destruction des ponts portera généralement sur une longueur de 25 ou 30 mètres ; la destruction des tunnels à l'intérieur est particulièrement efficace, les éboulements provoqués dans la montagne ou sur les remblais rendant les chemins de fer et les chemins de montagne inutilisables au moins pour longtemps. Dans les canaux ou les rivières canalisées, on détruira les écluses et on tâchera de détourner, si possible, les eaux de leur cours.

Les explosifs brisants produisent des destructions plus rapides, les plus efficaces et souvent même les seules possibles. Si l'on a réquisitionné des explo-

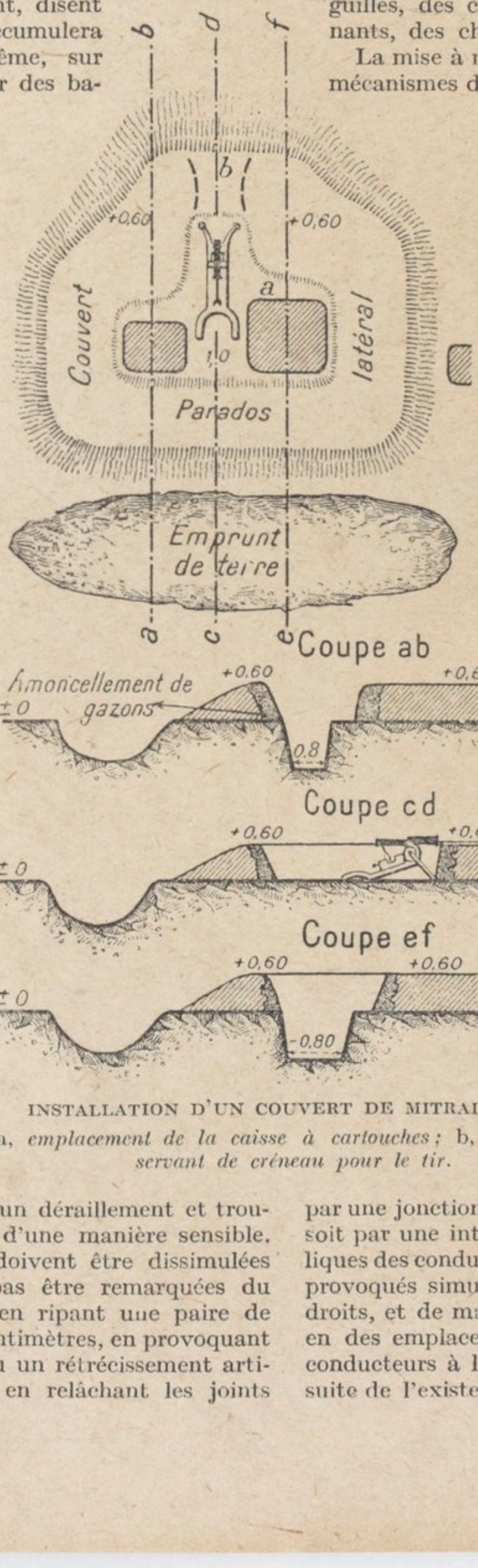
sifs, les plus indiqués sont les explosifs de sûreté employés dans l'industrie, par exemple dans les mines. Il est évident, ajoute le règlement, que l'on peut également détruire les ponts en bois par le feu ou avec des outils. Pour brûler un pont, disent nos ennemis, on accumulera sous le tablier même, sur des madriers ou sur des bateaux, tous les matériaux possibles, on les enduira de goudron, de pétrole et on flambera.

Pour la destruction des voies ferrées on procédera comme il suit : les interruptions en pleine voie ne sont durables que si elles sont répétées à des distances convenables. Elles seront exécutées aux endroits où elles seront susceptibles d'être remarquées tardivement, par suite dans les sections où la réparation sera difficile, dans les courbes à faible rayon, dans les tranchées. On peut détruire les assemblages de rails entre eux et avec les traverses en dévissant ou dégageant les boulons d'éclisse, les crampons, les tire-fonds et les coins de serrage.

Même des détériorations minimes de la voie peuvent provoquer un déraillement et troubler l'exploitation d'une manière sensible. A cet effet, elles doivent être dissimulées de manière à ne pas être remarquées du train; cela a lieu en ripant une paire de rails de quelques centimètres, en provoquant un élargissement ou un rétrécissement artificiels de la voie, en relâchant les joints extérieurs de la voie ou en enlevant les éclisses extérieures avec les crampons et les tire-fonds. La détérioration des gares, qui doit faire l'objet de toute l'attention des pionniers allemands, comporte la démolition des aiguilles, des croisements de disques tournants, des chariots transporteurs, etc.

La mise à mal des réservoirs à eau, des mécanismes d'aiguilles et de signaux, etc., a été de même très minutieusement étudiée.

Pour la destruction des installations téléphoniques ou télégraphiques, qui incombe également aux pionniers, il est stipulé que les destructions à fond doivent s'étendre sur une grande longueur. Les poteaux, quand on aura coupé les fils dans une seule direction, se renverseront d'eux-mêmes sous la tension du fil resté dans l'autre direction. Dans les postes, on brisera les appareils et les batteries, on coupera et on arrachera les fils. Par contre, les rouleaux Morse, les livres de dépêches et tous les schémas expliquant l'installation, les plans et les tableaux ainsi que tous les documents importants seront emportés. La confection des "défauts cachés", recommandée aux pionniers, n'est faite en général que par la cavalerie et les troupes de télégraphie. On obtient ainsi une perturbation, soit par la mise à la terre, soit par une jonction de tous les fils d'un poteau, soit par une interruption des liaisons métalliques des conducteurs. Ces « défauts cachés », provoqués simultanément en plusieurs endroits, et de manière différente, seront faits en des emplacements où l'examen des fils conducteurs à la vue est rendu difficile par suite de l'existence de couverts du terrain.



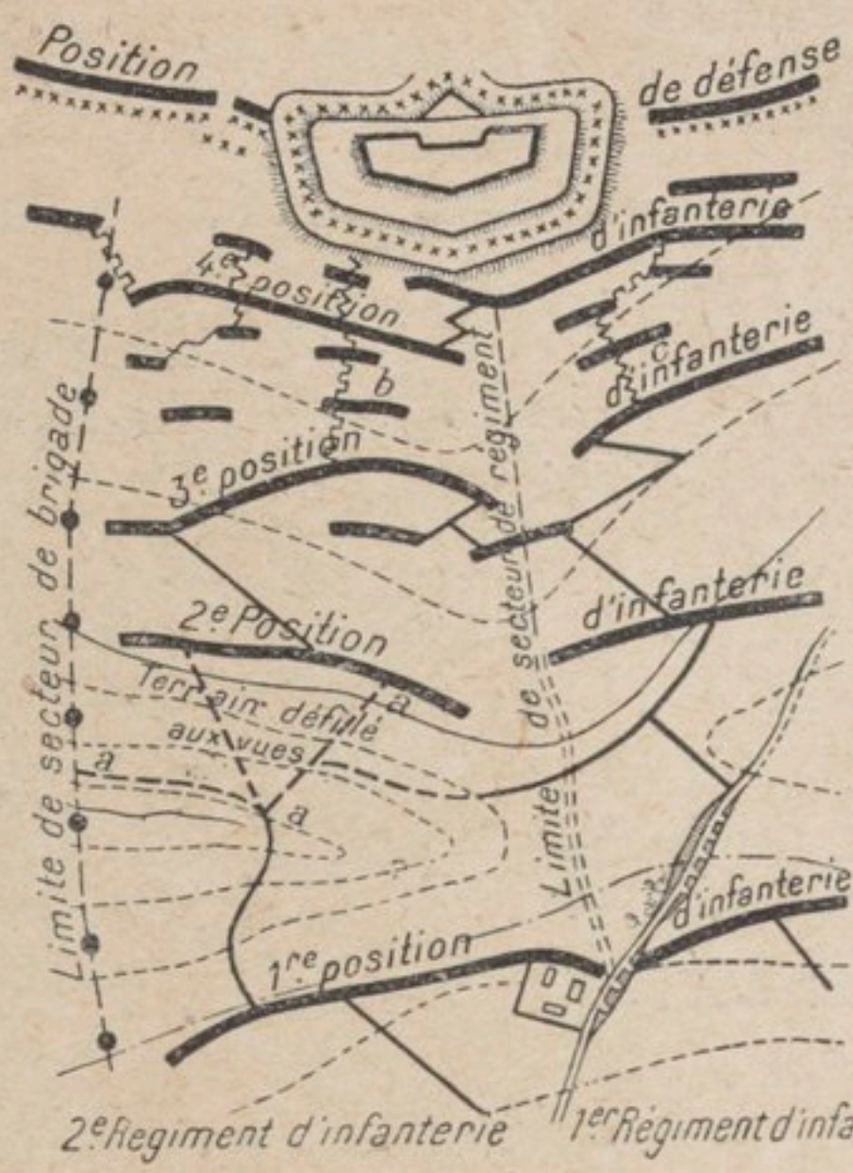
INSTALLATION D'UN COUVERT DE MITRAILLEUSE

a, *emplacement de la caisse à cartouches*; b, *excavation servant de créneau pour le tir.*

Un des chapitres les plus importants du manuel du pionnier allemand est sans conteste celui qui a trait à la fortification de campagne. Nos ennemis avaient prévu de longue date la guerre de taupes qu'ils nous ont imposée et ils ont apporté tout leur soin à l'établissement des tranchées, dans lequel ils excellaient déjà au début de la guerre actuellement en cours.

La fortification de campagne

La fortification de campagne permet, dit le règlement du pionnier, avec de faibles effectifs, de tenir tête à un ennemi supérieur, pour l'attaquer avec d'autant plus de forces à une autre place, *pour gagner du temps* ou pour conserver la position d'un point important. Elle rend possible la conservation du terrain conquis et permet de gagner des positions de sortie pour une attaque ultérieure et de se frayer un chemin sur un terrain dépourvu de couverts. Des ouvrages de fortification de campagne peuvent être aussi employés pour tromper l'adversaire. Les ouvrages de défense doivent donc être habilement adaptés au terrain, l'augmentation de l'efficacité des armes vient en première ligne, la diminution de l'efficacité de celles de l'ennemi en seconde ligne. L'amélioration du champ de tir et l'évaluation des distances, puis l'organisation de couverts et de masques, ainsi que les organisations simulées pour tromper l'adversaire et lui faire éparpiller son feu, enfin les mesures pour le tir de nuit sont particulièrement importantes.



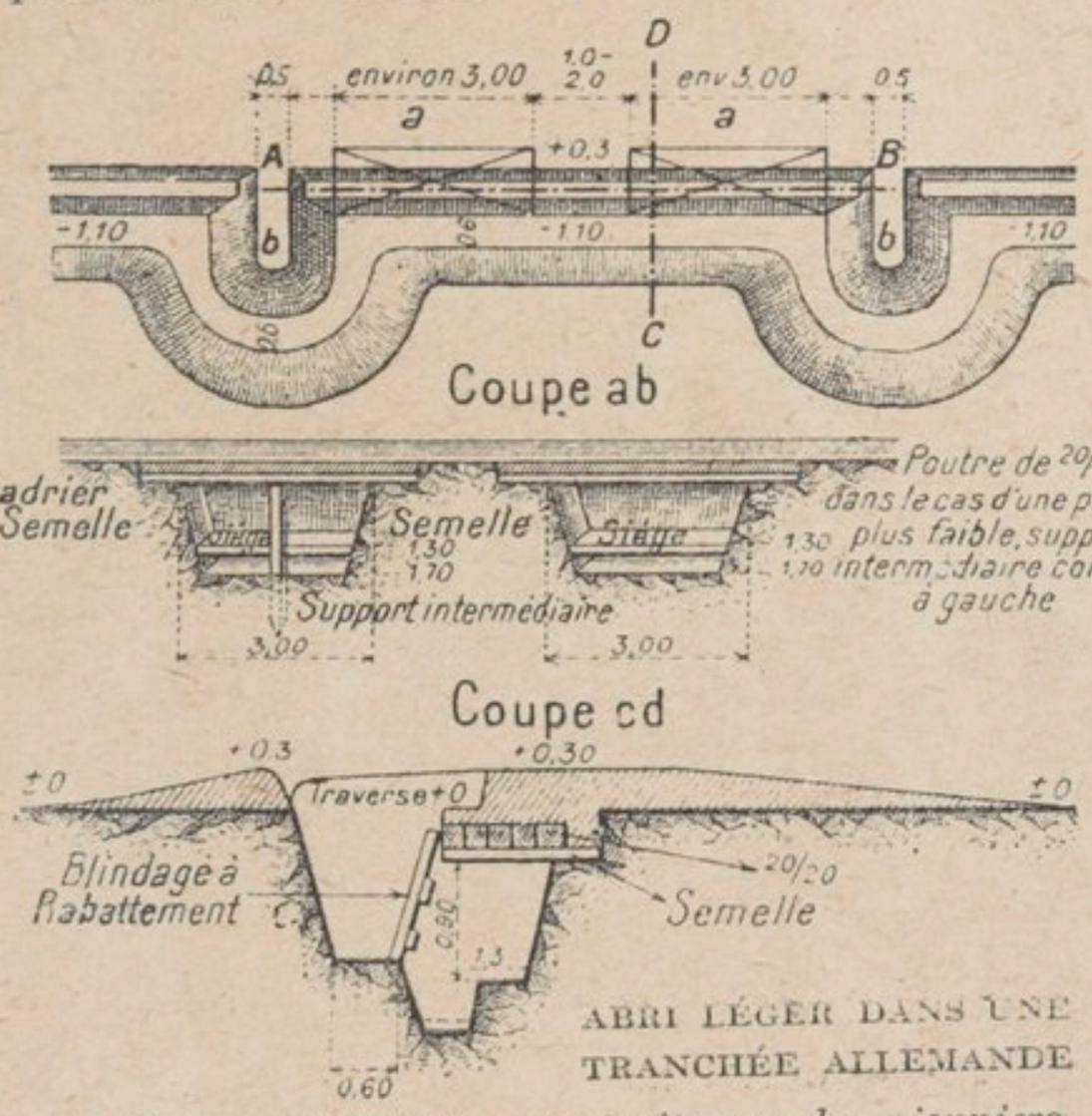
ÉTABLISSEMENT DES LIGNES DE FEU SUCCESSIVES

a, *boyaux de communication dans le secteur défilé aux vues ;* b, *sapes tournantes ;* c, *sapes en crémaillère.*

Les pionniers allemands, s'ils ne reçoivent pas de mission spéciale, sont répartis parmi les troupes dans la zone desquelles il y a des travaux difficiles ou des travaux à exécuter rapidement. Pendant le combat, les détachements de pionniers restent en première ligne pour remédier rapidement aux défectuosités que présenteraient les fortifications, exécuter des travaux de réparation, servir le matériel d'éclairage, donner des indications pratiques sur l'emploi des grenades à main, etc.

Les pionniers doivent soutenir l'infanterie dans les reconnaissances, dans les travaux d'approche vers la position ennemie, dans l'enlèvement des défenses accessoires et principalement dans l'assaut.

Les pionniers devront installer leurs ouvrages de fortification de telle manière que ceux-ci soient le mieux soustraits aux vues et adaptés d'une manière convenable aux formes du terrain. Ils veilleront à ce que les talus soient bas, se raccordant peu à peu au terrain naturel pour affaiblir l'effet de l'ombre. Des angles aigus, des arêtes et des longues lignes parallèles seront soigneusement évités; les talus seront d'ailleurs recouverts avec les produits naturels du sol et on organisera des masques

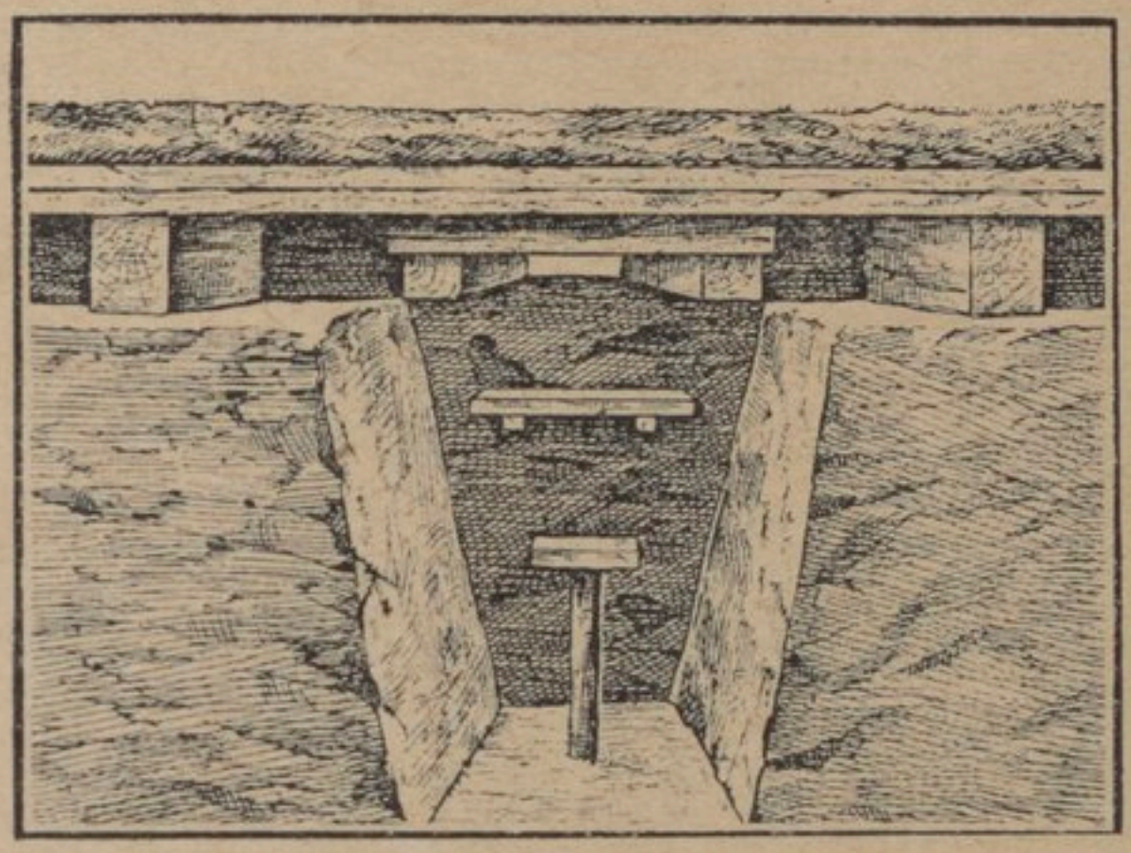


ABRI LÉGER DANS UNE TRANCHÉE ALLEMANDE

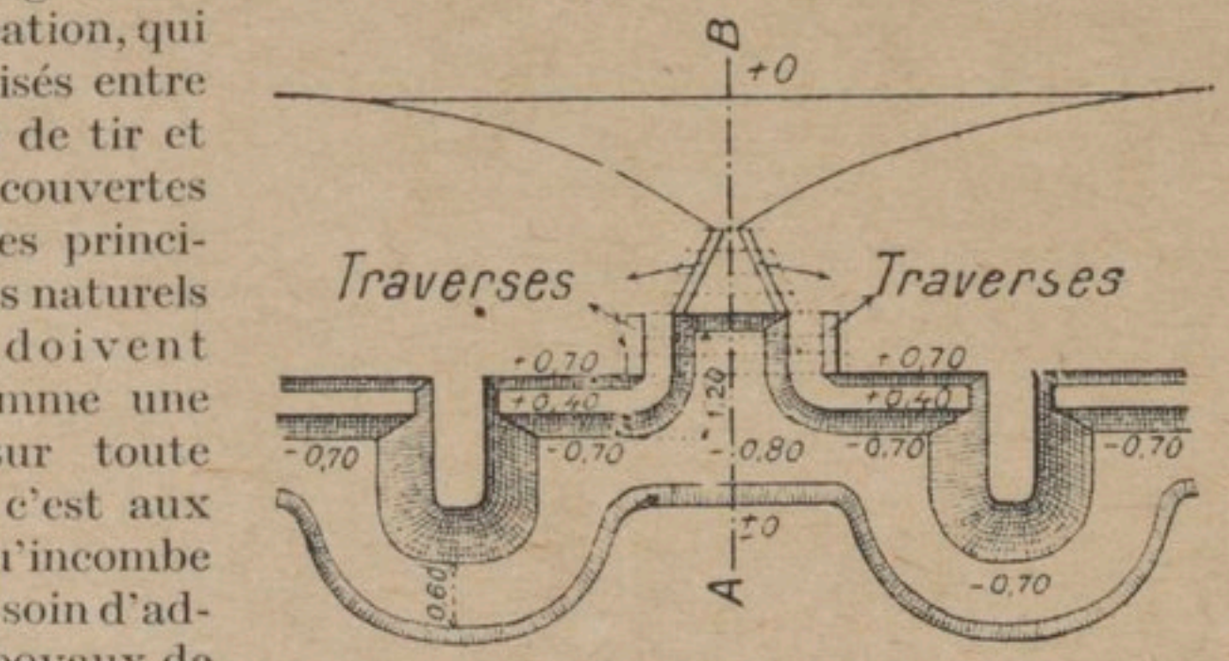
Ces abris sont toujours construits par les pionniers.

avec des buissons, des broussailles, des branches, des gerbes de paille ou de foin.

Les tranchées de tir seront profondes et étroites, car elles donnent ainsi la meilleure protection contre le feu de l'artillerie ; le pionnier construira des parados avec les déblais en excédent, pour protéger le tireur contre les éclats d'obus venant de l'arrière ; les traverses qu'il établira, de distance en distance, défendront le fantassin contre les coups obliques et d'enfilade ; elles limiteront les effets des projectiles d'artillerie et des grenades à main qui explosent dans le couvert ou à proximité. Les tranchées couvertes, qui seront au nombre d'une par section, doivent être assez près des tranchées de tir pour que les hommes qui les occupent puissent se porter en temps voulu sur la ligne de feu. Enfin, les boyaux de communication, qui seront organisés entre les tranchées de tir et les tranchées couvertes et au delà des principaux couverts naturels du terrain, doivent offrir à l'homme une protection sur toute sa hauteur ; c'est aux pionniers qu'incombe également le soin d'adjoindre aux boyaux de communication des tranchées couvertes destinées aux installations du téléphone, du télégraphe, des postes de pansement, des latrines, etc.



POSTE D'OBSERVATION ABRITÉ DANS UNE TRANCHÉE ALLEMANDE



DISPOSITIF DU POSTE D'OBSERVATION CI-DESSUS

L'établissement des couverts pour les mitrailleuses, qui jouent le rôle important que l'on sait dans la guerre actuelle, a été confié également à des compagnies spéciales de pionniers.

Pendant le combat, ces derniers organisent tout d'abord des masques, puis des couverts en forme d'excavations des deux côtés de la mitrailleuse, pour les servants qui se trouvent autour. Dans les arrêts de combat, les couverts seront approfondis ; pour achever l'installation, les couverts des mitrailleuses isolées sont réunis par des tranchées étroites et on dispose des parados, des postes d'observation ainsi que des abris.

Le pionnier allemand doit, d'ailleurs, se conformer strictement à l'organisation méthodique prévue et sur laquelle nous ne pouvons nous étendre davantage ici.

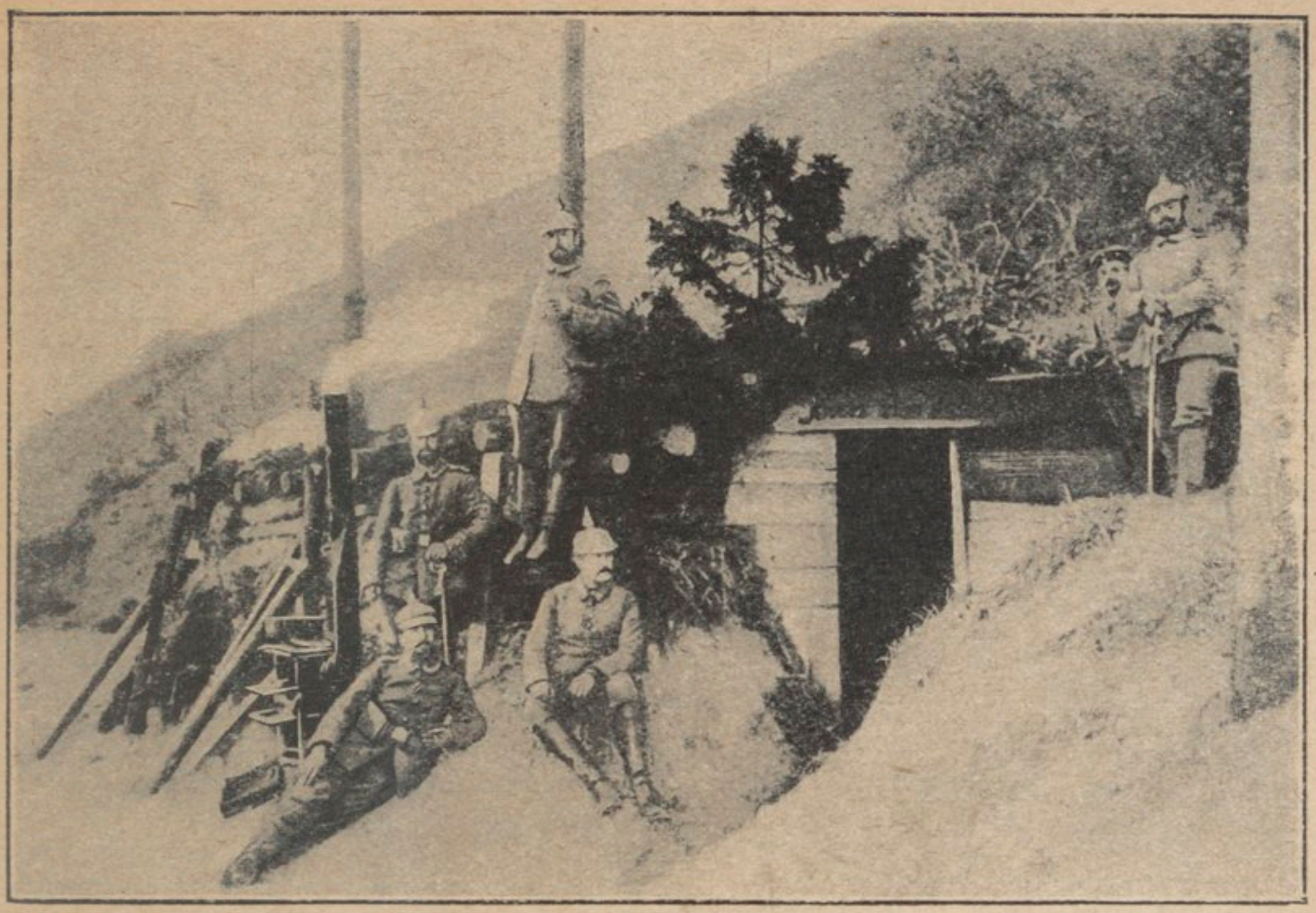
Il faudrait pouvoir disposer d'une place considérable pour énumérer seulement tous les détails de construction donnés à titres indicatifs dans les manuels du pionnier allemand.

Je passerai rapidement en revue quelques-unes des particularités que l'on retrouvera dans les schémas que nous reproduisons.

Les Allemands recommandent spécialement à leurs pionniers de multiplier les abris dans les tranchées de tir et dans les tranchées couvertes. Les abris les plus légers sont appelés des *Unterschlupf* et les plus solides des *Unterstande* : ce sont, en général, les pionniers qui s'occupent des seconds. Dans la fermeture des abris vers l'arrière, nos ennemis utilisent en général des blindages à rabattement en bois. (Fig. page 167).

Dans le cas où on n'a pas le temps d'établir des abris suffisamment solides, on construit des auvents protecteurs blindés.

Pour pouvoir observer à l'abri, il est stipulé



ENTRÉE D'UN ABRI SOUTERRAIN CREUSÉ DANS LE REMBLAI D'UNE VOIE FERRÉE

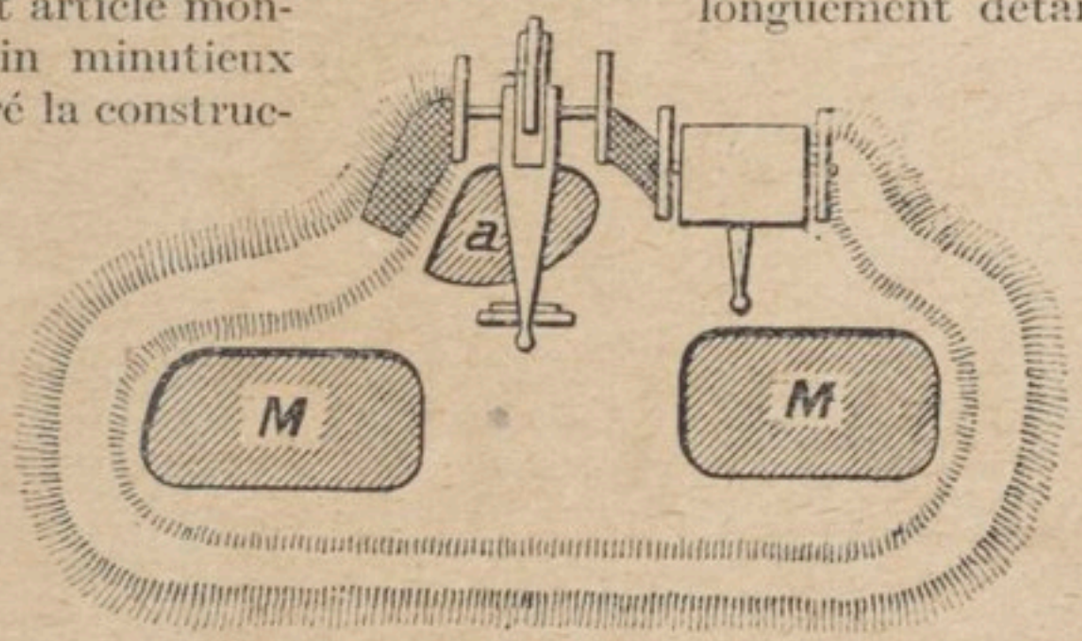
que les pionniers doivent construire des postes d'observation à cette seule condition que ces postes ne devront pas trahir la position de défense. Les figures que nous publions au cours de cet article montrent avec quel soin minutieux l'ennemi avait préparé la construction et l'aménagement des tranchées en temps de paix.

Ils recommandent de construire des postes d'observation à ciel ouvert, munis de créneaux ou de miroirs doubles susceptibles de faciliter l'observation. Cependant, il est recommandé aux soldats de manier ces miroirs avec prudence car, en brillant au soleil, ils peuvent trahir l'emplacement de la position.

Dans leur désir de vaincre à tout prix, les Allemands avaient songé à fortifier les plus petits espaces de terrain, les objets les plus variés, depuis la cloison de la chambre jusqu'à la porte de la maison, la lucarne du toit, la persienne, ou le soupirail de la cave.

Les instructions relatives aux tranchées sont complétées par des indications très longuement détaillées sur les fils de fer barbelés, les abats de branches et les trous-de-loup. Tous ces moyens de défense, dont nous nous servons maintenant avec autant de brio que nos ennemis, sont suffisamment connus pour ne pas mériter une attention particulière.

Je mentionnerai maintenant quelques particularités relatives aux sapes, aux masques et à l'emploi des projecteurs de campagne.



COUVERT POUR PIÈCE D'ARTILLERIE EXÉCUTÉ PAR LES PIONNIERS PENDANT LE COMBAT

a, *fouille de la profondeur d'un fer de pelle ;* M, *trous protégés par des sacs de terre, pour les hommes.*

Les tranchées qui sont poussées en avant de manière à assurer aux travailleurs une protection permanente sont désignées sous le nom de sapes, comme chez nous.

La plus grande rapidité d'avancement

peut être obtenue le plus souvent par l'exécution de sapes volantes en sacs à terre.

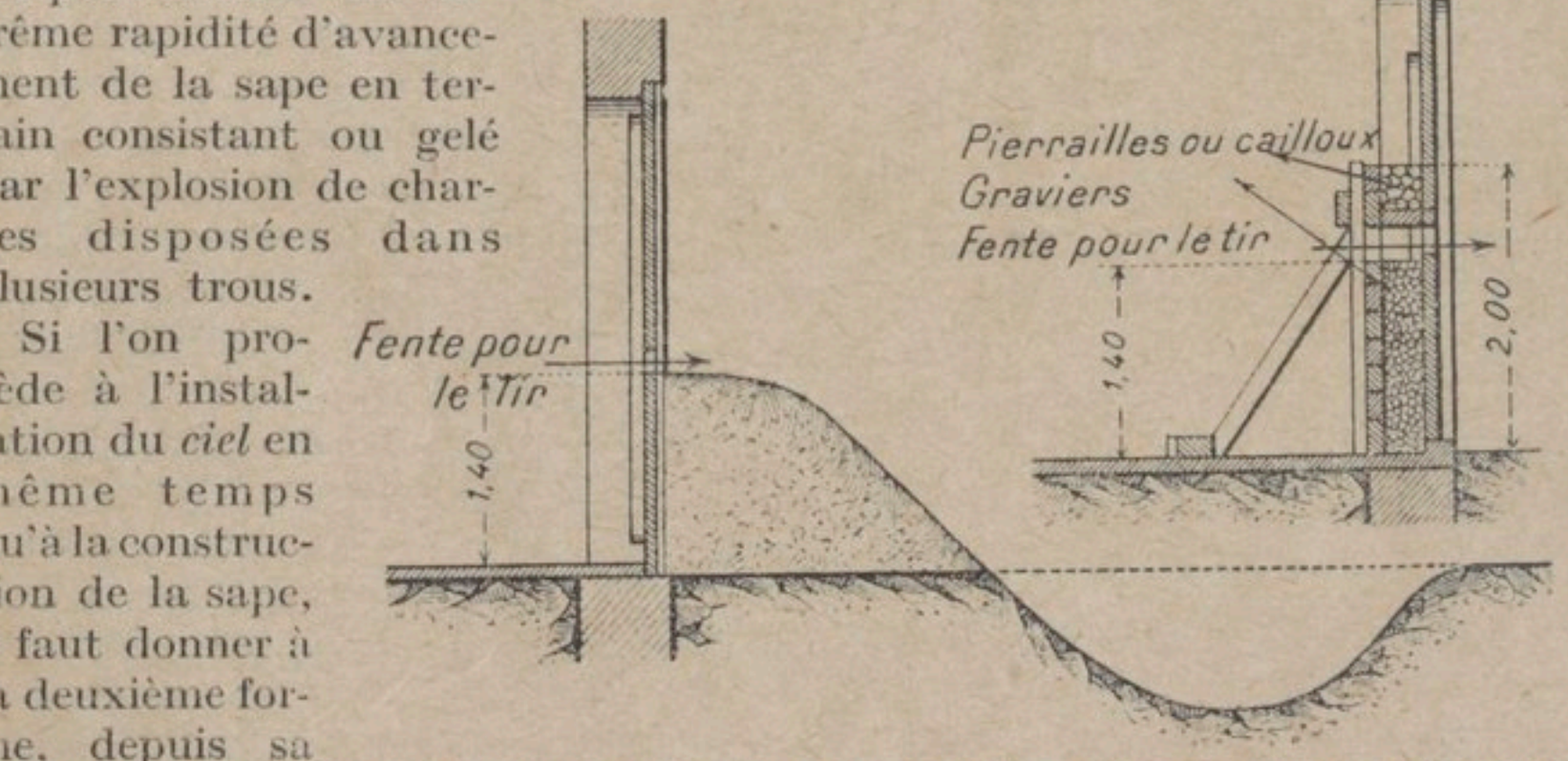
Au cours de l'avancement de la sape, les hommes, se tenant sur le dos, forment une chaîne. Chaque homme est couché entre les deux jambes, légèrement ouvertes, de l'homme qui le précède, sa tête reposant sur le ventre de celui-ci.

Le couvert obtenu en rejetant de la terre en avant de la tête de sape prend le nom de « masque de tête », celui qui se trouve sur le côté de la sape est le « parapet latéral ». Suivant que le parapet latéral est établi sur un seul côté ou sur les deux côtés, on distingue, d'après le manuel allemand, la sape « simple » ou la sape « double ».

Pour l'exécution de la sape double, on réunit, sous les ordres d'un sous-officier, deux détachements constitués comprenant chacun huit pionniers. Chacun des deux détachements est pourvu d'un outillage spécial.

On peut obtenir une extrême rapidité d'avancement de la sape en terrain consistant ou gelé par l'explosion de charges disposées dans plusieurs trous.

Si l'on procède à l'installation du *ciel* en même temps qu'à la construction de la sape, il faut donner à la deuxième forme, depuis sa partie antérieure, une largeur de 2 mètres, comptée au fond de la fouille, et une profondeur approximative de 2 mètres.



ORGANISATION DÉFENSIVE D'UNE PORTE, D'APRÈS LE MANUEL DES PIONNIERS ALLEMANDS ET AUTRICHIENS

Pour faire face au danger auquel on peut être exposé par le lancement de grenades à main ou de petites charges d'explosifs, on tient la forme de tête aussi courte qu'il est possible de le faire sans que les hommes qui y travaillent se gênent mutuellement ; on ne lui donne en général pas plus de 3 mètres de longueur.

En ce qui concerne la protection à donner à la tête de sape contre les grenades à main, on utilise en général le treillis de fil de fer.

Pour l'exécution de la sape blindée, il est nécessaire de disposer d'un détachement composé d'un sous-officier et de 16 pionniers, dont :

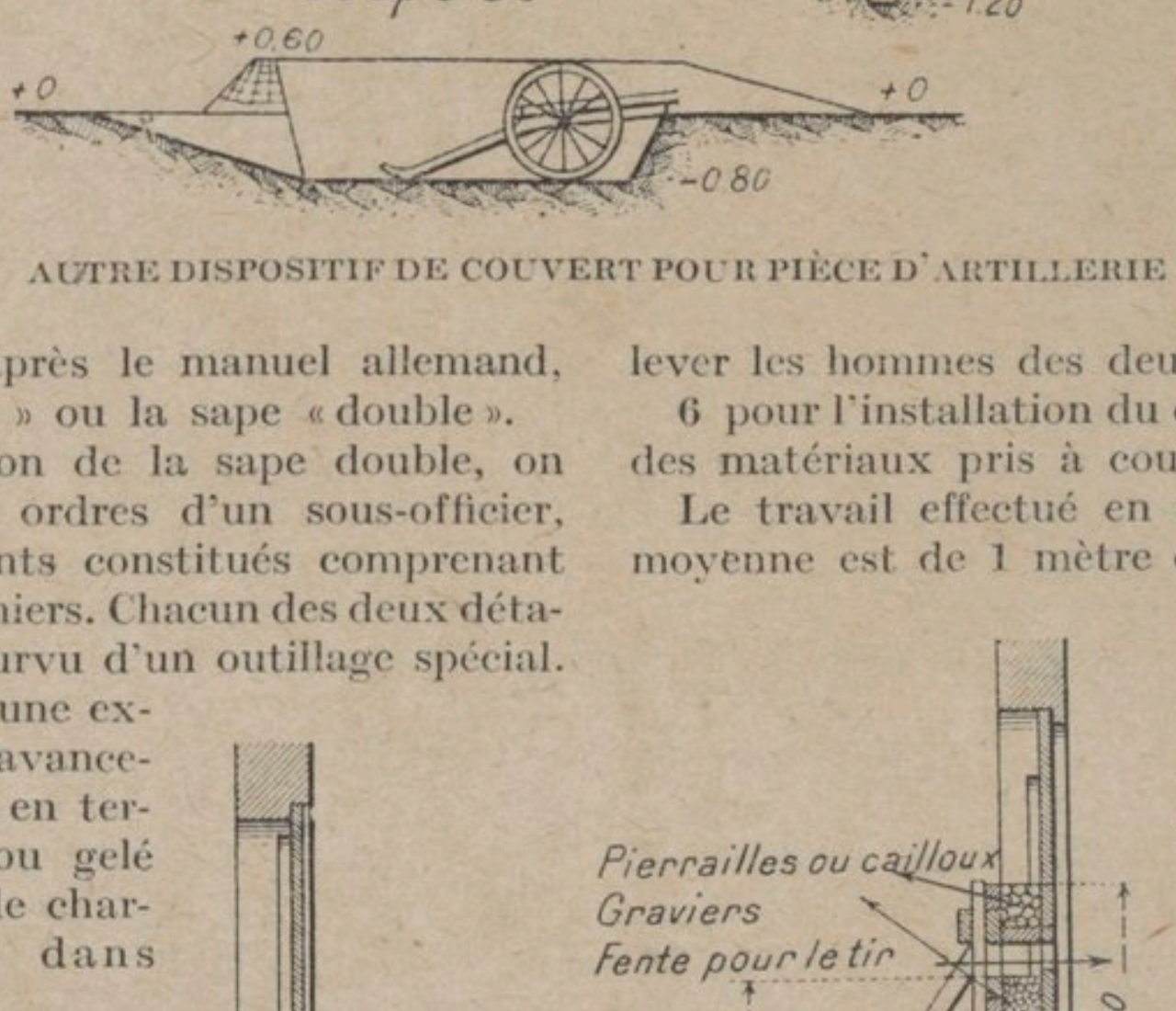
2 hommes désignés pour la forme de tête ;

3 hommes désignés pour la deuxième forme ;

5 placés en réserve pour relever les hommes des deux formes ;

6 pour l'installation du ciel et le transport des matériaux pris à courte distance.

Le travail effectué en terrain de nature moyenne est de 1 mètre courant à l'heure, et quelquefois davantage.



AUTRE DISPOSITIF DE COUVERT POUR PIÈCE D'ARTILLERIE

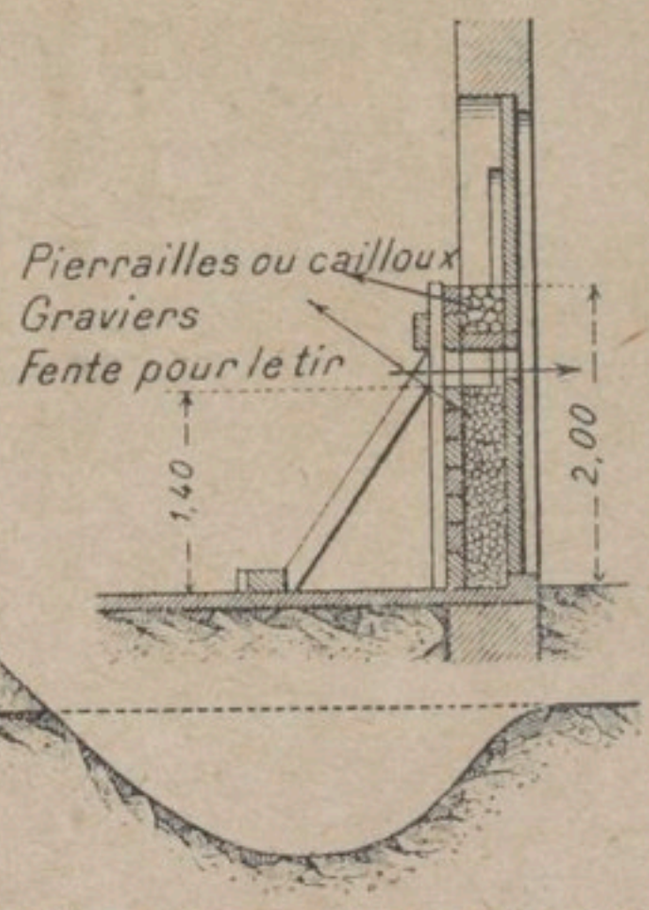
Masques et boucliers

Les masques mobiles sont utilisés principalement lorsqu'il s'agit de faire avancer rapidement et sans grandes pertes de faibles masses couvrantes, ce qui est le cas par exemple :

Pour les détachements de reconnaissance ou de piquetage;

Pour les détachements de sûreté avancés ;

Pour les détachements de sapeurs, si l'on veut accélérer leurs travaux d'approche;



Pour les détachements de mineurs, les détachements chargés des explosifs ou autres détachements analogues.

Pour la préparation des masques, on peut utiliser les barils ou tonneaux remplis de pierrailles ou de sable, en raison des dimensions qu'ils offrent : environ 80 centimètres de longueur avec un diamètre de 80 centimètres au milieu et de 60 centimètres aux deux extrémités ; ces objets étant peu maniables, la possibilité de les déplacer en terrain mou ou accidenté (présentant des entonnoirs de projectiles explosifs, des souches d'arbres) ou sur un sol en pente, est en somme extrêmement douteuse.

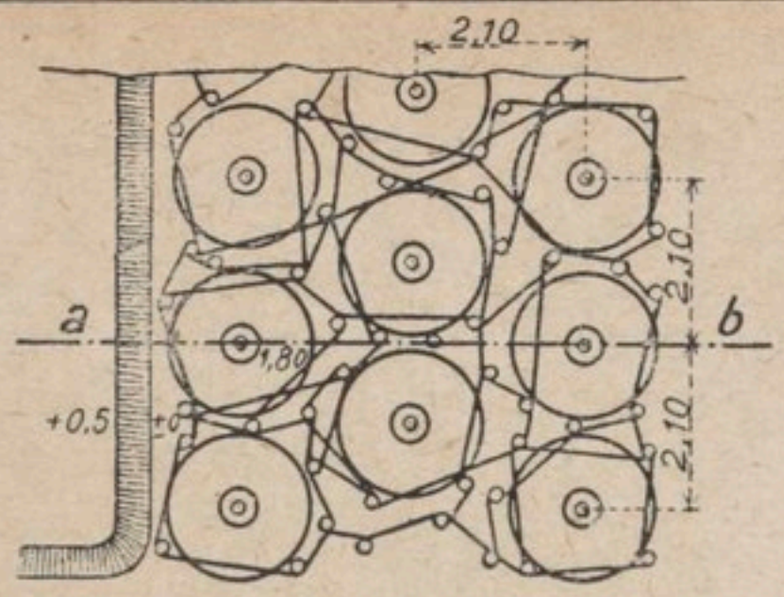
On n'envisagera donc leur emploi que comme procédé de fortune médiocre. Pour les faire avancer plus facilement, on utilisera de courts leviers en fer ou en bois.

Les boucliers portatifs en acier spécial existant dans les approvisionnement des places fortes protègent les hommes contre le tir du fusil et des shrapnells et contre les petits éclats des obus explosant à quelque distance d'eux.

Lorsque la ligne de feu n'est pas occupée, on dépose les boucliers derrière le parapet pour ne pas les exposer à une destruction prématurée par les projectiles de l'artillerie.

Quelques travaux de destruction

Je dirai encore quelques mots des travaux de destruction : il s'agit, en général, de compléter par des destructions à la mine les effets de l'artillerie et des explosifs de jet. L'explosif brisant placé audacieusement en grandes masses constitue une arme offensive dont les effets sont les plus considérables.



TROUS-DE-LOUP EN AVANT D'UN OUVRAGE DE CAMPAGNE

Les trous-de-loup sont des excavations de forme conique dont le fond est garni d'une tige de fer effilée ou d'un pieu à pointe acérée.

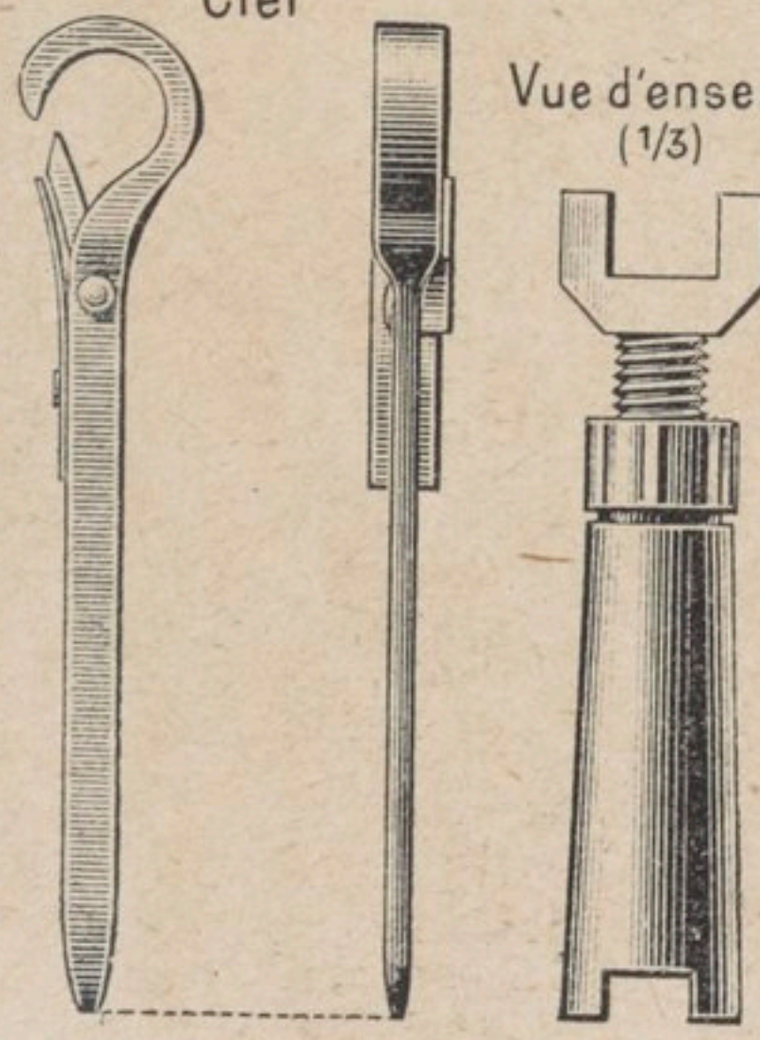
Même des charges dont l'explosion ne serait pas, au point de vue strictement technique, d'une réelle utilité, produiront sur l'ennemi un effet moral qui ne sera pas à dédaigner.

Le procédé le plus simple et le plus rapide pour les destructions par la mine effectuées avec charges apportées à ciel ouvert consiste à déposer les charges à pied d'œuvre, à les mettre en place à la main.

Les charges sont, en principe, calculées largement ; pour agir contre les défenses accessoires, elles ne sont pas, en général, inférieures à 50 kilos de pétards ou d'explosifs de sûreté. Les charges sont apportées amorcées. Dans la majorité des cas, on emploie exclusivement des charges fortement concentrées.

Il y a lieu d'ajouter, en particulier, que la destruction par la mine des coupoles cuirassées n'est exécutable que si l'assaillant est déjà en possession du fossé. On pourra peut-être alors amener par surprise des charges placées dans des tonneaux. Celles-ci, faisant explosion sur le bord intérieur de la collerette ou contre l'embrasure des pièces. pourront rendre inutilisables les mécanismes produisant le déplacement des coupoles. Des charges disposées dans l'âme des pièces détruiront la volée.

La dernière ressource dont on dispose pour amener à pied d'œuvre les charges d'explosifs consiste à cheminer souterrainement en exécutant des travaux de mine. Ces procédés, fort en honneur sur le front depuis le debut de la guerre, ont été décrits. dans *la Science et*

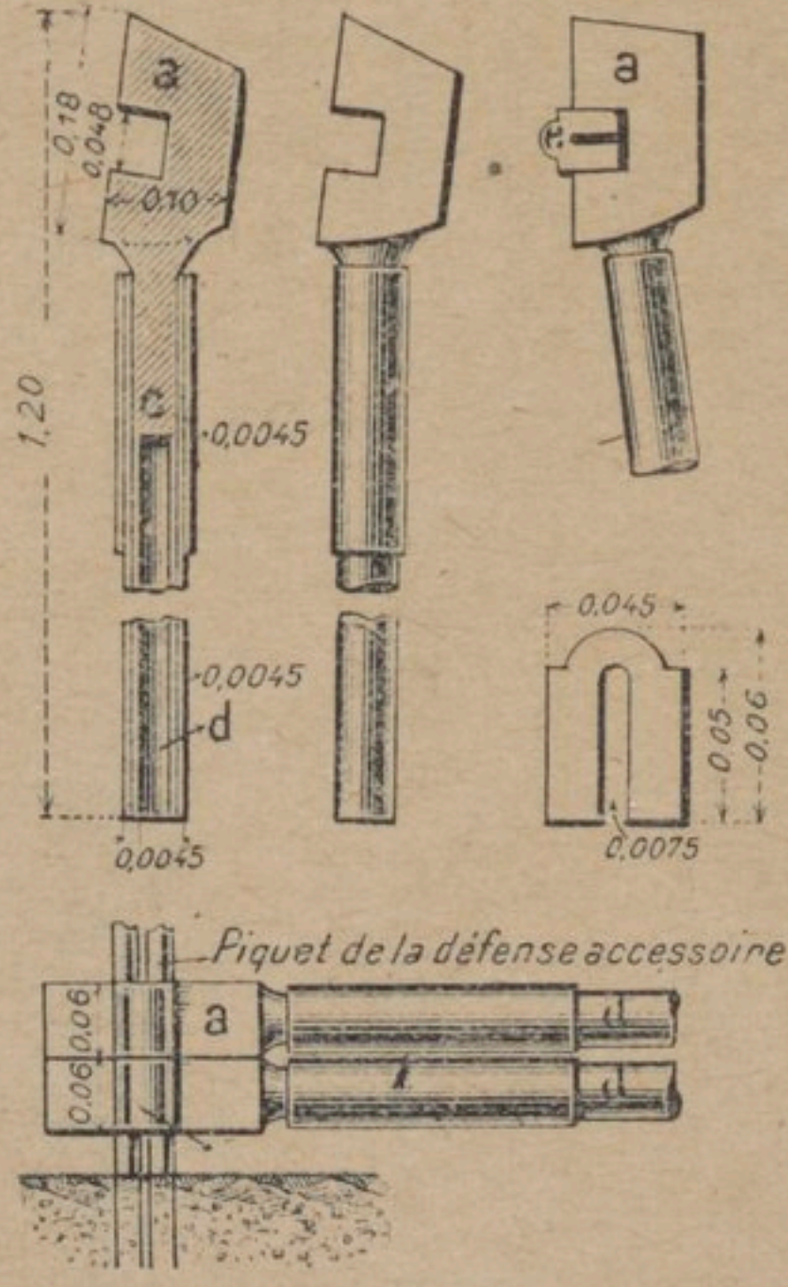


OUTIL SPÉCIAL DE PIONNIER DESTINÉ A ÉCARTER LES BARREAUX D'UNE GRILLE

PIONNIERS ALLEMANDS ÉTABLISSANT UN RÉSEAU DE FILS DE FER BARBELÉS

la Vie (N° 23, page 465) et je n'insisterai pas à leur sujet. Les Allemands, dans leur longue préparation à la guerre, avaient rédigé avec un très grand soin tous les détails de ces entreprises.

Pour la mise hors de service des pièces d'artillerie, il est recommandé aux pionniers, comme nous l'avons dit précédemment, de détruire les tubes en poussant à l'intérieur une charge d'explosifs ; on peut utiliser à cet effet, une simple charge de 3 à 5 pétards que l'on place et que l'on ficelle sur la partie antérieure ou postérieure du tube. On peut encore disposer une cartouche sur la partie médiane de l'essieu ou dans les appareils de pointage en hauteur et en direction ou encore contre le frein récupérateur ; l'enlèvement de la culasse suffit même. On peut aussi, sans ouvrir la culasse, détruire le mécanisme de détente. Pour empêcher une réparation rapide, il est recommandé aux pionniers allemands d'enlever ou de détruire les avant-trains, les caissons, de mettre hors d'usage les pièces de rechange indispensables qui s'y trouvent.



DOUBLE GRIFFE EN ACIER POUR ARRACHER LES PIQUETS MÉTALLIQUES DES RÉSEAUX DE FILS DE FER DE FORTERESSE

a, *griffe* ; b, *échancrure* ; c, *manche* ; d, *tube de coulissage du manche*.

L'éclairage de campagne

La question de l'éclairage a fait également l'objet des attentions des autorités militaires allemandes. On emporte en campagne, dans les compagnies de pionniers, du matériel de projecteurs ; dans des formations spéciales des pistolets éclairants et des torches ; sur les voitures d'outils de compagnies de pionniers, des lanternes de tranchées, et des lampes à gaz d'éclairage dans l'équipage de siège des pionniers. Le matériel de projecteurs se compose de matériel lourd, de matériel léger roulant et de matériel portatif.

Le matériel lourd est en général lié aux chemins ; il trouve son emploi dans la guerre de siège et est mis à la disposition des commandants de secteurs. Le matériel léger est sembla-

ble, comme construction et mobilité, au matériel d'artillerie de campagne ; il est destiné, en première ligne, à la lutte de tranchées et se trouve être affecté aux divers corps d'armée. Enfin, le matériel portatif est employé dans la guerre de campagne et dans la guerre de siège.

Le matériel de projecteurs qui est à la charge des pionniers comprend, pour le matériel lourd, les voitures d'éclairage fournissant le courant électrique (un moteur à essence y actionne une dynamo, et des câbles de 305 mètres permettent d'amener le courant électrique jusqu'au projecteur), la voiture-pylône qui porte un pylône en bois démontable sur lequel on place le projecteur (la plus grande hauteur du pylône est de 10 m.). Je ne dirai rien du projecteur lui-même qui est du modèle classique à forme parabolique.

Le matériel de projecteurs légers comprend un avant-train et un affût. L'avant-train porte la machine produisant la source lumineuse, l'affût porte le projecteur.

Dans le matériel portatif, la source lumineuse est produite soit par l'électricité, soit par un procédé chimique (oxyacétylène ou oxyessence).

Les pistolets éclairants servent en général à l'éclairage du terrain en avant, tout à proximité, et rendent possibles les feux dirigés à l'intérieur des limites du faisceau lumineux qu'ils produisent. Les tireurs de pistolets éclairants sont donc toujours placés à côté de l'officier qui dirige le tir. Ces pistolets sont mis en joue en hauteur et la cartouche éclairante atteint 200 mètres ; elle éclaire sur un diamètre de 100 mètres pendant 8 à 10 secondes environ.

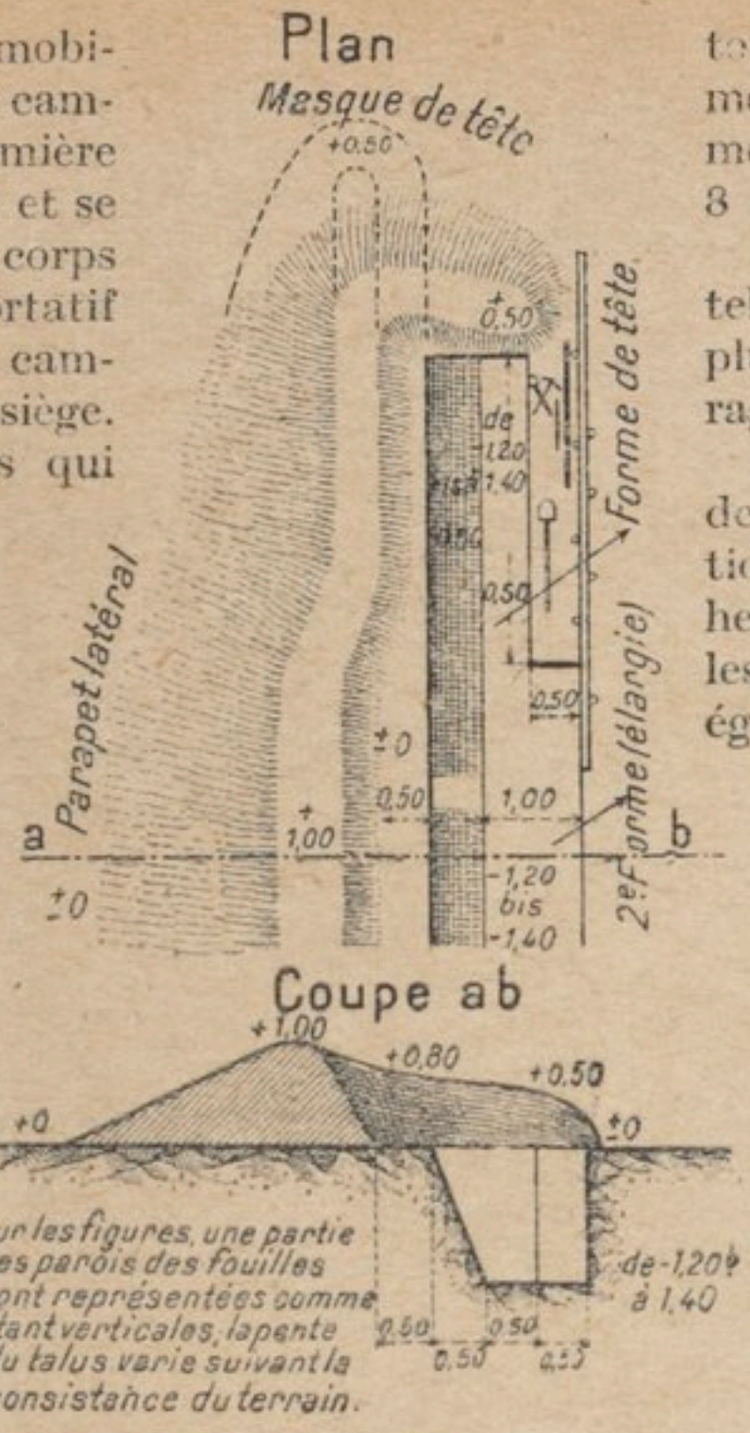
Ces engins sont disposés de telle façon que même une forte pluie n'influe pas sur l'éclairage qu'ils produisent.

Les torches à longue durée de combustion pouvant fonctionner pendant deux ou trois heures, les torches ordinaires, les lanternes de tranchées font également partie du matériel des pionniers ennemis.

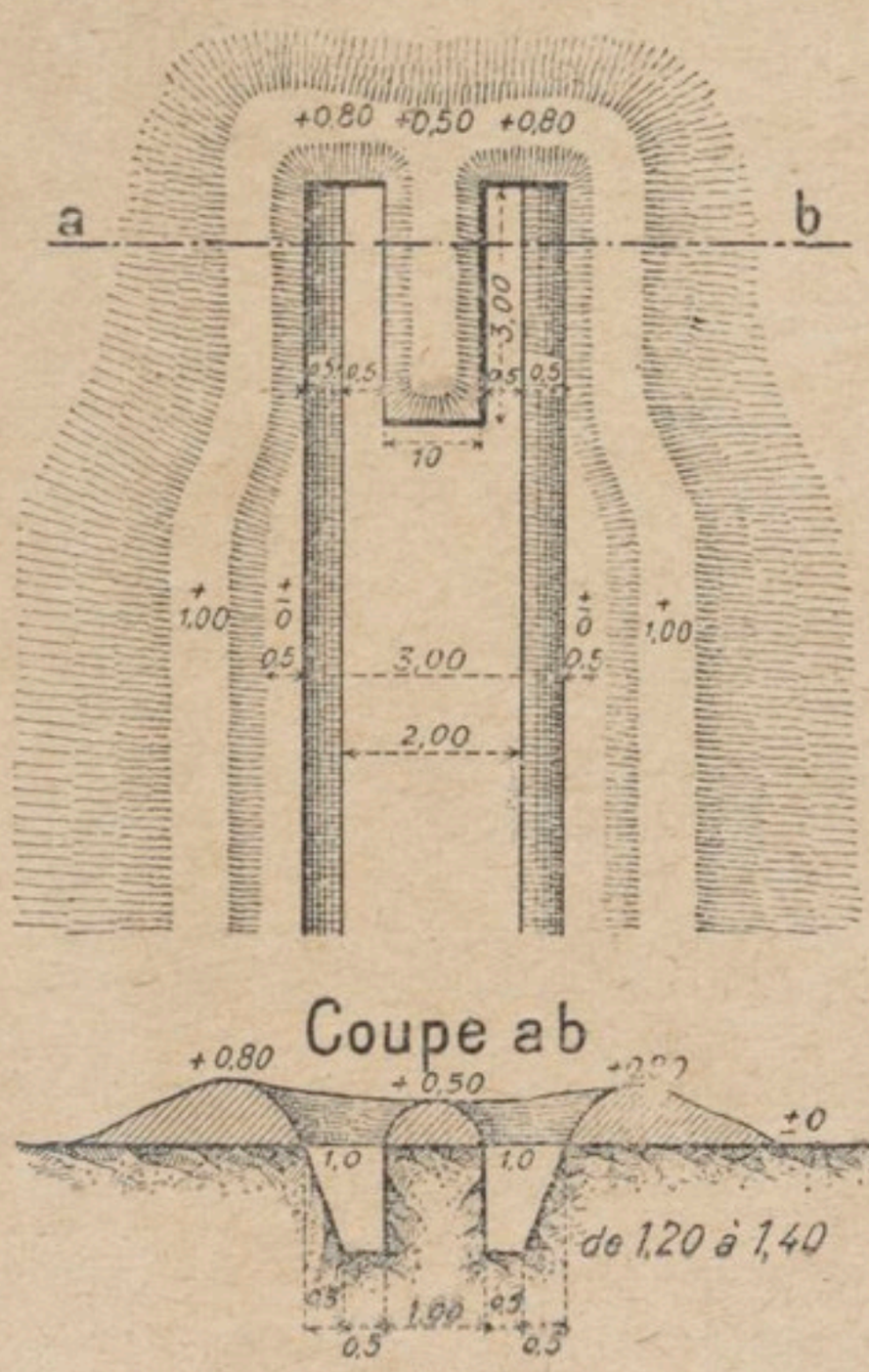
Je ne citerai que pour mémoire les constructions des bivouacs et des camps, dont l'établissement est aussi fait par les pionniers ; le matériel comprend des grandes tentes, des tentes pour les temps froids, des auvents construits en perches ; citons aussi l'établissement des cuisines, la question de l'alimentation en eau, etc.

Il faudrait encore donner des détails qui ne manqueraient pas d'intérêt sur les instruments et les outils employés par nos ennemis dans l'assaut : cisailles, griffes, pinces spéciales servant à écarter les barreaux d'une grille, doubles griffes, échelles appropriées, perches lisses, échelles improvisées, tout cela nécessiterait un développement hors de sujet non seulement comme description, mais encore comme mode d'emploi.

Je dirai cependant quelques mots des engins que nos ennemis avaient institués dès le début de la guerre et dont les dessins figurent dans les plus récents ouvrages du génie. Les cylindres incendiaires ont pour but de chasser des créneaux, par un abondant déve-



SAPE SIMPLE CONSTRUITE PAR LES PIONNIERS ALLEMANDS EN CAMPAGNE



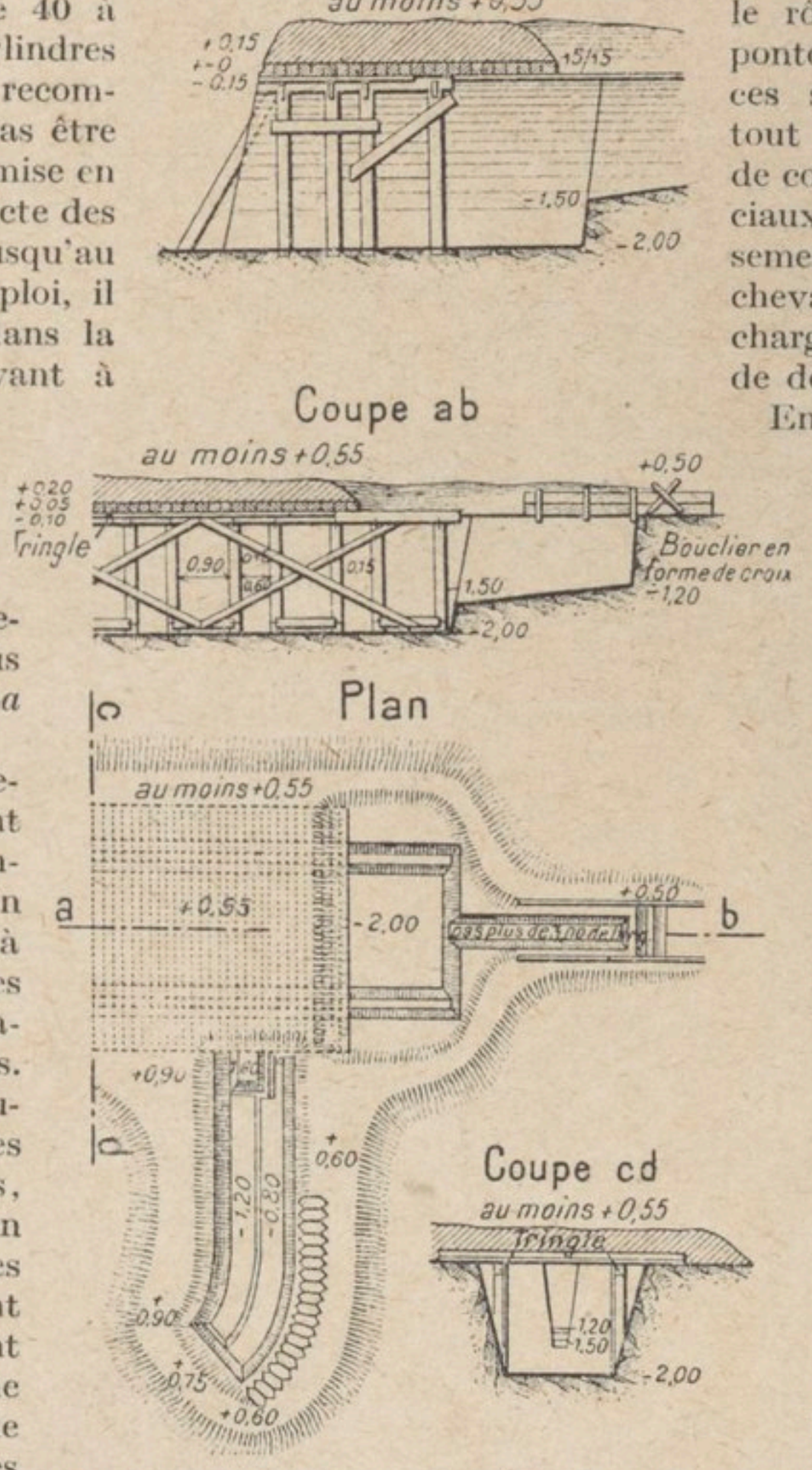
SAPE DOUBLE AVEC MERLON

loppement de flammes et de fumée, dit le règlement allemand, la garnison des organes de flanquement. On sait comment nos ennemis ont utilisé ces cylindres incendiaires. Ces cylindres, *actuellement modifiés*, se composaient, au début de la campagne, du tube en métal contenant la composition incendiaire et du dispositif d'allumage. La durée de combustion était de 40 à 50 secondes. Les cylindres incendiaires, est-il recommandé, ne doivent pas être exposés avant leur mise en œuvre à l'action directe des rayons solaires et, jusqu'au moment de leur emploi, il faudra les laisser dans la caisse étanche servant à les transporter.

Je citerai pour mémoire les appareils à flammes, les émetteurs de gaz asphyxiants, parfaitement connus de tous les lecteurs de *La Science et la Vie*.

Les pionniers allemands ont également des fougasses incendiaires, auxquelles on peut mettre le feu à distance, ainsi que des fougasses d'observation pour les tranchées.

Ces fougasses peuvent renforcer d'autres défenses accessoires, rendre impraticable un terrain défilé aux vues ou exceptionnellement être placées en avant de la position. Elles ne peuvent subsister que là où les projectiles de l'artillerie ne sont pas à craindre. Je citerai enfin des postes d'observation aériens, qui ont donné naissance aux « équipes d'écureuils », et qui sont aussi à la charge des pionniers. Ces observatoires, bien connus de nos soldats, sont installés en général dans les arbres, dans les moulins à vent ou sur les toits des bâtiments élevés.



SAPE COUVERTE OU BLINDÉE DU TYPE DÉCRIT AU MANUEL DU PIONNIER ALLEMAND

La répartition des pionniers

Les Allemands, qui espéraient que, grâce à leur attaque brusquée, la cavalerie jouerait un grand rôle, avaient établi toute une série d'instructions pour les pionniers affectés spécialement à cette arme, qui formaient des équipes à part, équipes qui, depuis le début de la guerre, ont été réunies aux autres formations de pionniers normaux.

En principe, chaque régiment de cavalerie emmenait avec lui une compagnie de pionniers dont le rôle était celui de nos pontonniers, ou à peu près; ces sapeurs de cavalerie, tout en ayant pour mission de construire des ponts spéciaux destinés au franchissement des rivières par les chevaux, étaient également chargés de tous les travaux de destruction possibles.

En ce qui concerne l'infanterie, les troupes non exercées, par exemple les troupes de réserve ou des troupes comprenant une forte proportion d'hommes des réserves, doivent, dans bien des cas, être d'abord instruites par les pionniers ; il est indispensable ensuite, jusqu'à ce qu'elles aient acquis, dans le développement du combat, la pratique nécessaire, de leur adjoindre, pour les travaux de campagne, de petits détachements de pionniers ou, dans certains cas, des pionniers isolés.

Les chefs des pionniers et les états-majors doivent néanmoins s'opposer à tout éparpillement inutile des sapeurs. Dans le combat rapproché autour des ouvrages, les pionniers marchent en tête et toujours par unités constituées, bataillons ou compagnies.

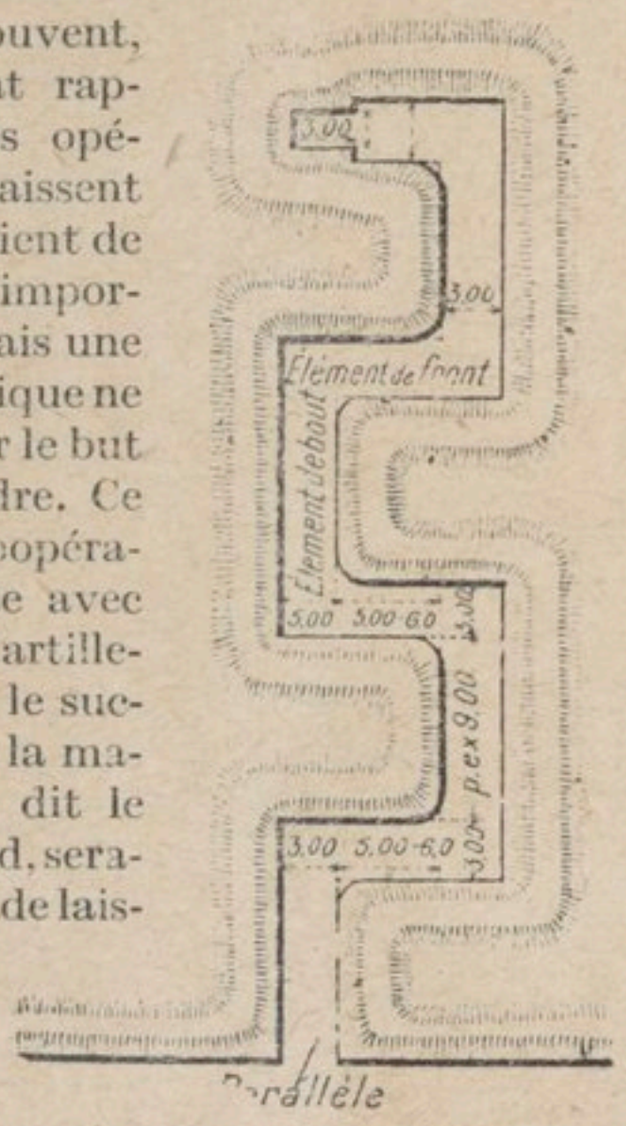
Le devoir de l'infanterie est de se dévouer pour assurer la sécurité des pionniers dans l'exécution de leurs travaux, qui les mettent souvent dans les situations les plus critiques, et de leur prêter son concours pour ces travaux quand il lui est demandé.

Le devoir des pionniers est de ne négliger l'essai d'aucune des ressources de la tech-

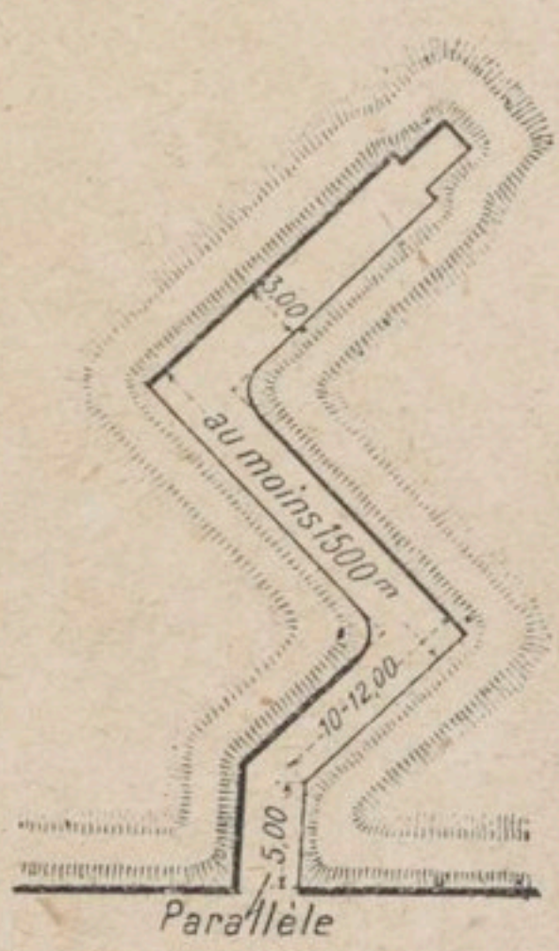
ÉLÉMENT DE REDOUTE CONSTRUIT AVEC DES BOIS COUPÉS SUR PLACE, DANS LES VOSGES

nique susceptible d'aider à atteindre le but poursuivi dans le combat et d'agir en outre avec décision et rapidité et, si possible, toujours offensivement.

Il arrive souvent, dans le combat rapproché, que des opérations qui paraissent insignifiantes soient de la plus haute importance. Mais jamais une opération technique ne devra constituer le but même à atteindre. Ce n'est qu'une coopération permanente avec l'infanterie et l'artillerie qui garantit le succès. Aussi, dans la majorité des cas, dit le manuel allemand, sera-t-il avantageux de laisser à la disposition de l'infanterie pendant tout le combat, et au moins pendant le combat rapproché, qui est le plus opiniâtre, les mêmes unités de pionniers.



SAPE A TRAVERSES



SAPE A CRÉMAILLÈRE

L'emploi du régiment entier pendant l'infanterie vestissement d'un fort, par exemple, varie suivant les circonstances. Il sera souvent impossible d'éviter de lui confier des missions temporaires dans d'autres secteurs qui ne sont que faiblement dotés en sapeurs. En règle générale, le régiment ralliera à nouveau sa division dès que l'infanterie commencera son attaque. Il sera alors le plus souvent judicieux d'affecter à chaque brigade un bataillon de pionniers et, fréquemment, la brigade affectera à chaque régiment au moins une compagnie, dans le cours ultérieur du combat. C'est là un minimum indispensable pour la lutte rapprochée et il peut même devenir nécessaire d'avoir un bataillon de pionniers par régiment d'infanterie.

La proportion dans laquelle les compagnies de pionniers de campagne devront entrer

dans les effectifs de l'armée de siège, pour l'attaque, dépend des missions particulières à leur confier (constructions de ponts, service des mines, construction de chemins et de camps, etc.). On doit s'efforcer de pouvoir disposer, pour remplir ces missions, de formations de réserve et de travailleurs civils afin que le plus grand nombre des compagnies de pionniers de campagne puisse être disponible pour le combat en première ligne. Ces formations et ces travailleurs civils sont alors placés sous les ordres des commandants des régiments de pionniers, comme toutes les autres fractions de troupes chargées de renforcer ces régiments.

ENTRÉE D'UNE GALERIE DE MINE ALLEMANDE

Les chefs des unités de pionniers assistent les chefs des troupes pour toutes les questions qui se rapportent, d'une manière générale, à la coopération de l'infanterie et des pionniers et aux travaux de campagne. Ils s'occupent particulièrement de faire procéder à l'exécution judicieuse des reconnaissances et de faire préparer pour le moment voulu les matériaux et tout le matériel nécessaire pour l'exécution rapide de l'attaque.

OBSERVATOIRES DE CAMPAGNE

A gauche : poste de sentinelle ; à droite : poste d'observatio proprement dit.

Le général du corps des pionniers et les ingénieurs se trouvent à l'état-major du commandant en chef de l'armée de siège, le commandant du régiment de pionniers, comme « commandant des pionniers » auprès du commandant de secteur ; les commandants des bataillons de pionniers sont sous les ordres des commandants de brigade ou de régiment d'infanterie ; dans le combat rapproché, ils prennent la direction du service des pionniers partout où c'est nécessaire.

Il faudrait plusieurs articles de ce genre pour fournir tous les détails de l'organisation des pionniers d'outre-Rhin. Tout au moins, ce simple aperçu donnera-t-il une idée du fonctionnement de ce corps, qui semble avoir été surtout chargé des œuvres de destruction méthodique que nos ennemis ont si bien su accomplir, depuis le début de la guerre. En effet, il ne faut pas oublier que ce furent les pionniers du kaiser qui commirent en Belgique ces actes de vandalisme qui ont soulevé l'indignation du monde civilisé ; ce sont eux que l'on vit manœuvrer des pompes à pétrole pour entretenir les flammes qui dévoraient les monuments historiques de Gand et de Louvain ; ce sont eux également qui, avec une méthode infernale, incendiaient les cités, maison par maison !

ALBERT SICRE.

LES A-COTÉS DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

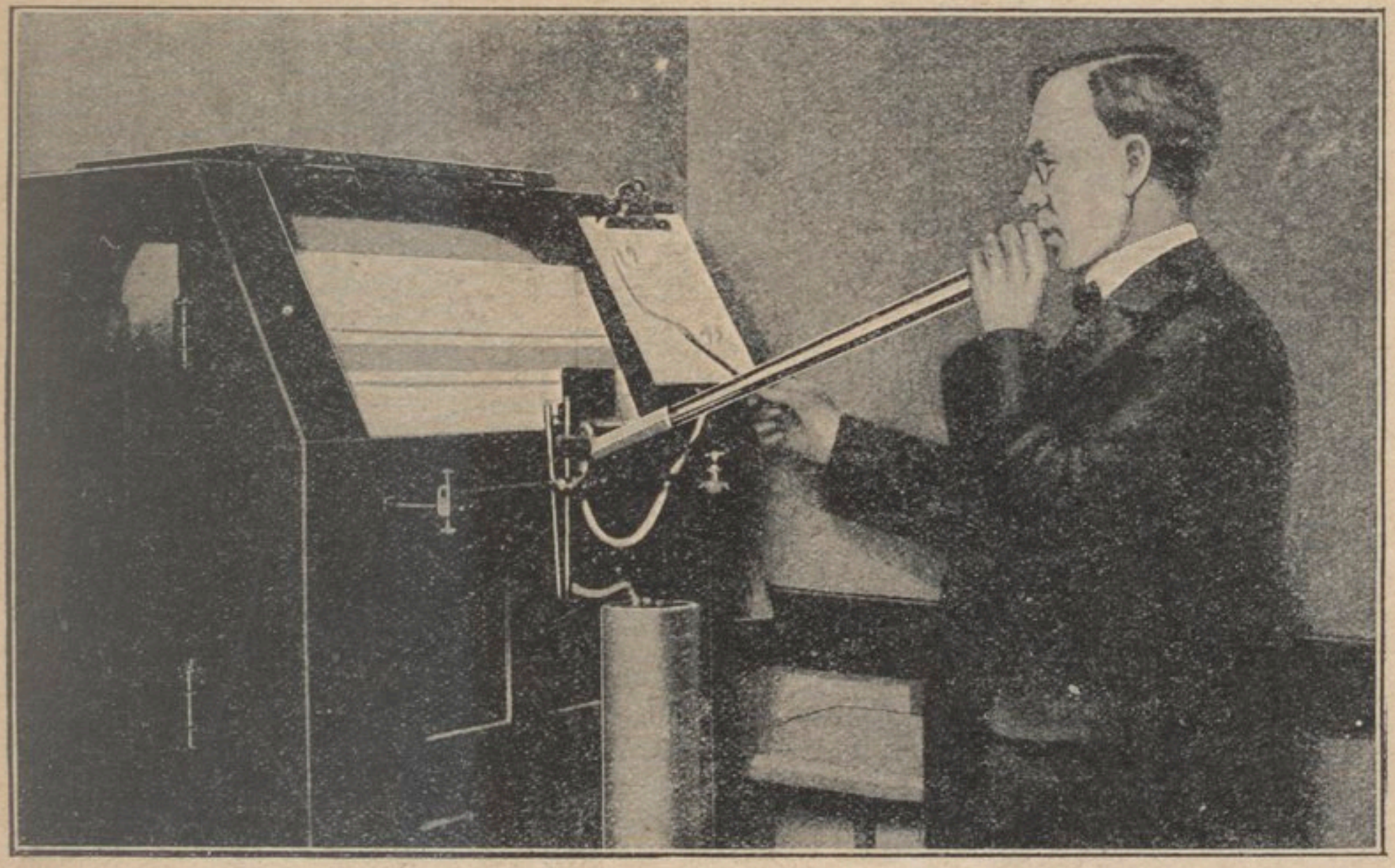
Par André CROBER

L'œil substitué à l'oreille pour l'étude de la diction, du chant et de la musique

UNE personne privée de l'ouïe, dure d'oreille ou même simplement inapte à différencier exactement les valeurs respectives des tons musicaux, peut maintenant apprendre à parler avec d'agréables inflexions, à chanter juste ou à jouer correctement d'un instrument de musique au moyen d'une méthode commode qui dispense de recourir à un professeur, car elle comporte l'emploi d'un appareil qui substitue l'œil à l'oreille pour l'appréciation de la pureté et de la justesse des sons. Cela revient, en somme, à dire que l'étude de la musique a été ramenée, dans une certaine mesure, à une science, puisqu'il n'est plus rigoureusement indispensable, pour devenir, par exemple, un virtuose de l'archet ou du clavier, d'avoir l'*oreille musicale*.

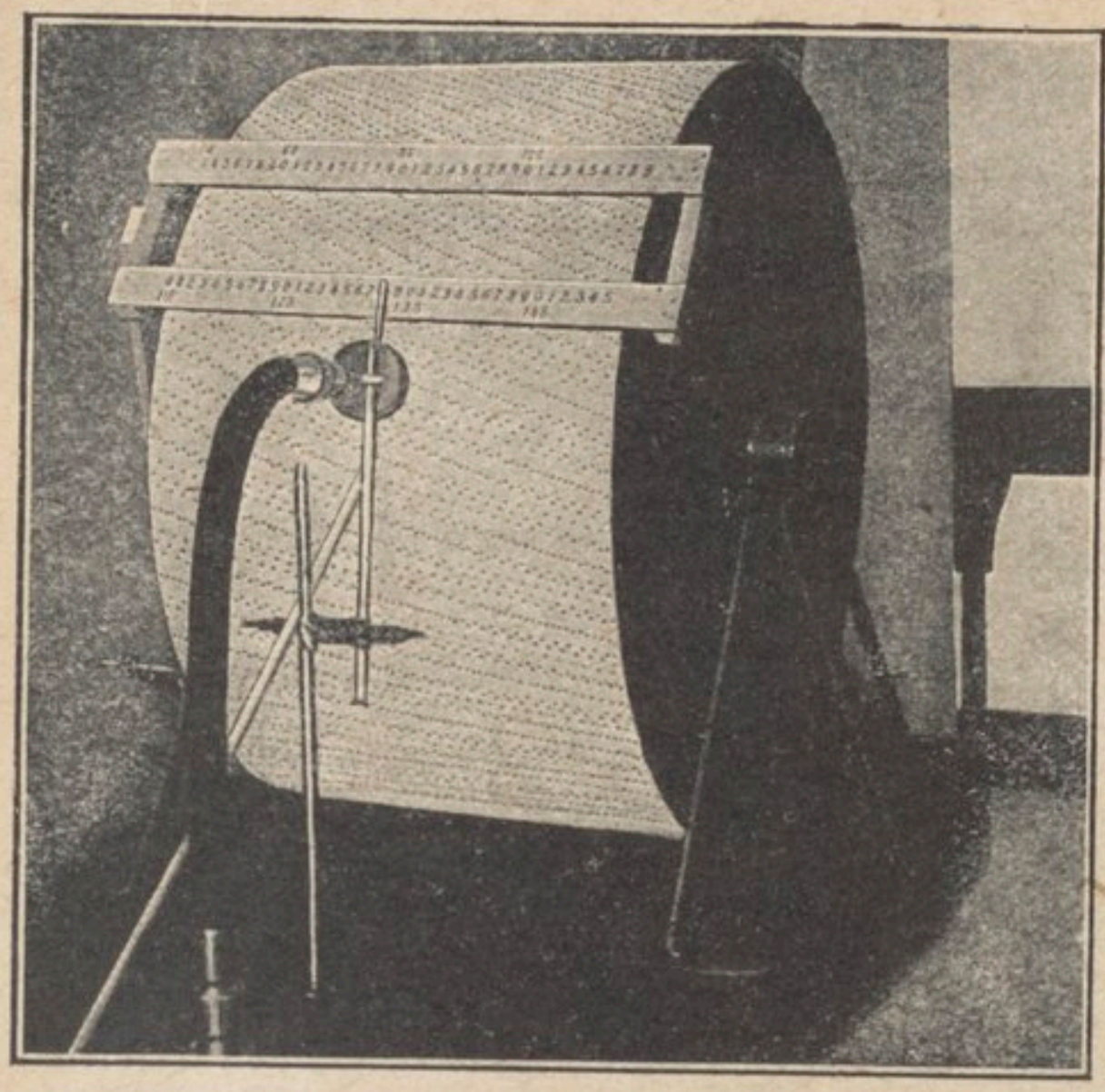
L'appareil auquel il est fait allusion, et qui est connu sous le nom de *Tonoscope*, n'est pas, à proprement parler, une nouveauté, puisque le premier modèle en fut construit en 1902 au laboratoire psychologique de l'université américaine d'Iowa ; cependant, il est tout à fait d'actualité car sa vulgarisation commerciale est toute récente et parce que les soldats devenus sourds au cours de la présente guerre pourront, dans son emploi, trouver un palliatif à leur infirmité.

Par définition, le *tonoscope* est un instrument qui transforme les vibrations sonores en images sur un écran. Cet écran, que l'on aperçoit par l'ouverture antérieure de l'instrument, est cylindrique ; il possède 17.500 points répartis en 109 rangées circulaires parallèles qui en contiennent : la première



PERSONNE SOURDE APPRENANT A PRONONCER UNE VOYELLE A L'AIDE DU TONOSCOPE

Le diagramme placé à sa droite porte la courbe correspondant à la prononciation correcte de la voyelle considérée exprimée en fréquences d'oscillations sonores. Par ailleurs, l'appareil indique ces fréquences pour tous les sons proférés dans le cornet. Il est clair que la prononciation sera bonne quand il y aura concordance entre les indications du tonoscope et celles du diagramme.



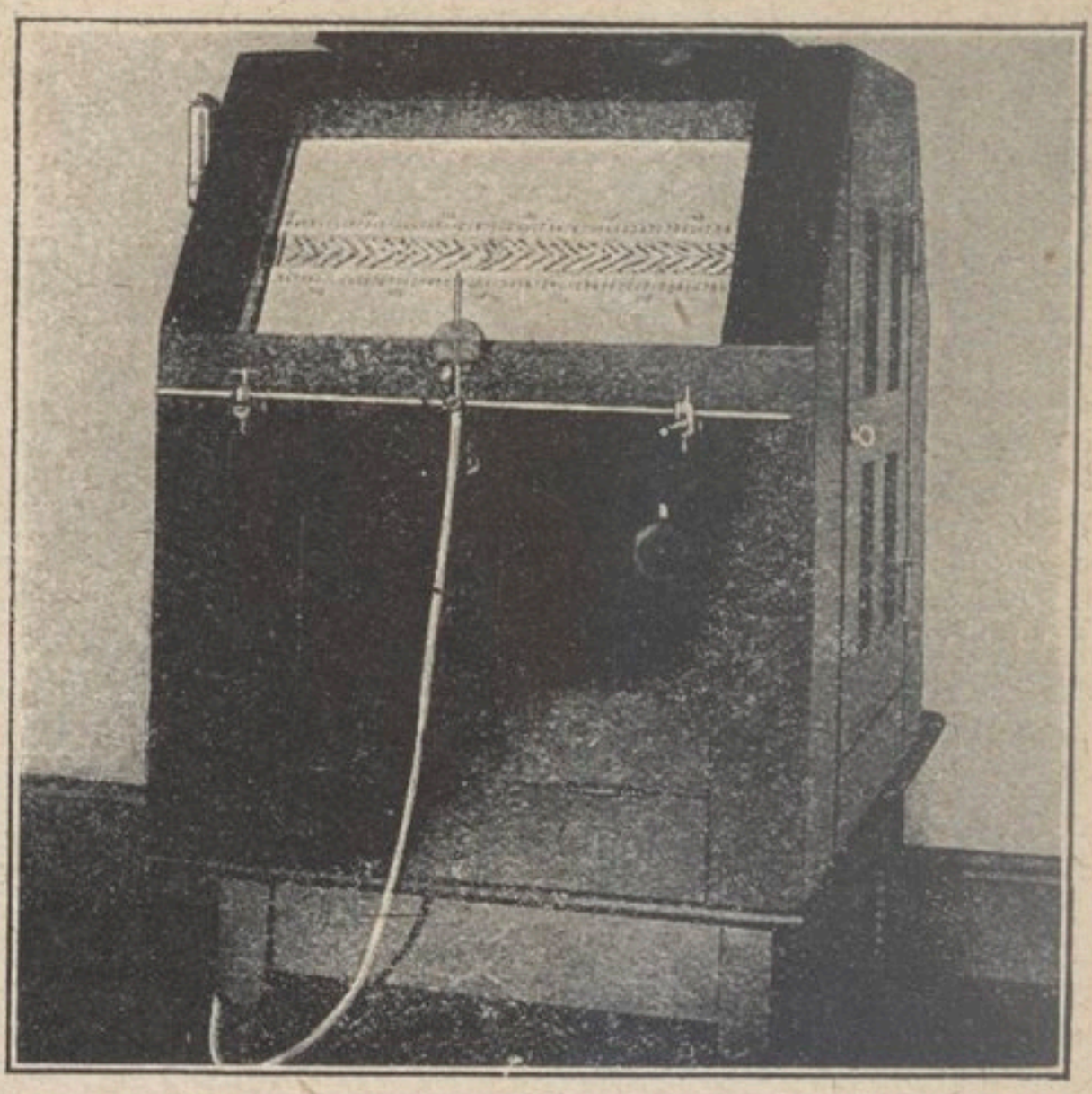
MODÈLE ORDINAIRE ET SIMPLIFIÉ DE TONOSCOPE

110, la seconde 111, et ainsi de suite, chaque rangée ayant un point de plus que la précédente ; la dernière compte par conséquent 219 points. Chacune des rangées correspond à une marque tracée sur une double règle disposée perpendiculairement aux bords de l'écran, c'est-à-dire suivant une génératrice du cylindre formé par ce dernier. Un moteur électrique à vitesse de rotation rigoureusement constante fait tourner l'écran à raison de 10 tours par seconde. D'autre part, les ondes sonores à analyser, mises devant l'embouchure d'un ordon ou cornet acoustique, sont dirigées sur une *flamme manométrique* éclairant l'écran. Mais il est nécessaire d'ouvrir ici une parenthèse, pour rappeler ce qu'il faut entendre par flamme manométrique.

On applique, en physique, à l'étude de la constitution de l'air d'un tuyau sonore et à la démonstration expérimentale des nœuds et des ventres qui caractérisent les vibrations, une disposition ingénieuse : trois petits becs de gaz sont placés le long d'un tuyau, les deux extrêmes en face de nœuds, par exemple, et celui du milieu en face d'un ventre. Le gaz qui alimente ces becs n'est séparé de l'air du tuyau que par une légère membrane verticale dite capsule manométrique. Si l'on fait parler le tuyau, la flamme du nœud est vivement agitée par suite des condensations et des dilatations de la masse gazeuse, tandis qu'elle est à peu près immobile dans le voisinage du ventre. L'agitation de la flamme est donc une véritable vibration ; quand on l'observe dans un miroir tournant, elle offre l'aspect d'une série de languettes séparées par des intervalles noirs dont la distribution dépend de la nature des vibrations. Il est facile de se rendre compte de cette apparence. En effet, pendant la vibration de la flamme, celle-ci éprouve des variations successives de longueur ; à chacune de ces longueurs correspond une image qui n'a pas la même situation, puisque le miroir a un mouvement de rotation continu. Ainsi, en plaçant côte à côte deux tuyaux donnant deux sons à l'octave l'un de l'autre, on voit distinctement dans le miroir, à côté de l'image du son grave, la seconde image qui est celle du son aigu. L'expérience est concluante.

Or, dans le tonoscope, l'écran cylindrique joue le rôle de miroir tournant puisque, d'une part, il est maintenu en rotation continue, et que, d'autre part, les rangées de points sont destinées à indiquer les positions, repérées à l'avance, des images de la flamme correspondant à des nombres de vibrations compris entre un minimum et un maximum, c'est-à-dire à des tonalités différentes.

Ceci posé, lorsqu'un son d'une hauteur particulière est émis et que les ondes sonores qu'il engendre sont amenées à influencer la flamme manométrique, l'image de ladite flamme tombe sur une rangée de points. Cette image est une sorte de tache formée



TONOSCOPE EMPLOYÉ POUR LA CULTURE DE LA VOIX

par les points qu'elle recouvre et qui semblent se grouper suivant une figure caractéristique qui varie avec chaque ton possible compris dans les limites de la voix humaine ou du son de l'instrument musical employé. Cette tache fait que la rangée qui possède la fréquence de points correspondant à la fréquence de vibrations, semble s'arrêter de tourner tandis que toutes les autres continuent à se mouvoir. La lecture sur l'échelle graduée est instantanée et rigoureusement précise et, bien que l'écran ne soit disposé que pour des tonalités couvrant un seul octave, les tons au-dessus et au-dessous peuvent néanmoins être lus sur le même écran au moyen de multiples et sous-multiples.

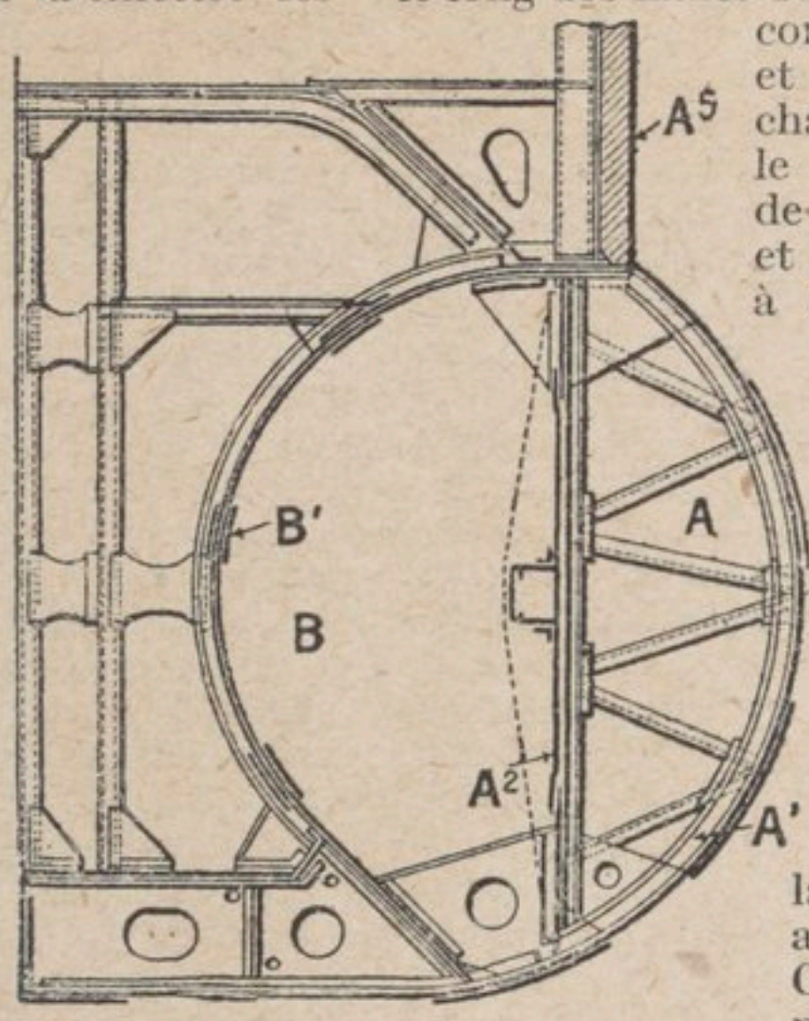
Il n'est pas indispensable d'émettre les sons devant l'appareil en utilisant le cornet acoustique prévu à cet effet, car la capsule manométrique peut être reliée électriquement avec un téléphone très sensible qui peut se trouver à une très grande distance du tonoscope.

La précision que permet l'instrument dans la détermination du nombre de vibrations correspondant à un ton donné et l'instantanéité de ses indications rendent le tonoscope bien supérieur à tous les autres instruments, tels le *vibroscope*, le *phonautographe*, le *tonomètre*, etc... employés jusqu'ici pour calculer la fréquence des oscillations sonores, et beaucoup plus sensible que l'oreille la plus musicale. L'appareil ne fournit donc pas seulement un témoignage objectif de la hauteur des sons, mais il amplifie aussi leurs défauts et leurs qualités, et cela d'autant mieux qu'ils sont maintenus durant un certain temps. Le ton émis par un diapason peut être lu avec une précision atteignant le dixième d'une vibration, les fractions de celle-ci étant obtenues en chronométrant le passage d'un point se déplaçant lentement.

Ce n'est que récemment que le tonoscope a été perfectionné à un degré permettant de l'employer pour apprendre rapidement et commodément aux sourds les inflexions de la voix humaine et leur faciliter l'étude du chant et de la musique. Le tonoscope est également tout indiqué pour le Conservatoire, où il répondrait à une grande variété de besoins. Un chanteur, vocalisant devant l'instrument, suit sur l'écran les modalités de sa voix et, connaissant les nombres de vibrations correspondant aux notes chantées, il peut instantanément contrôler la manière dont il attaque, maintient et lâche une note isolée et corriger ses fautes. Cette correction est loin d'être approximative puisqu'elle peut s'exercer jusqu'à un centième de la valeur de n'importe quelle note. Le tonoscope peut aussi être très utile aux orateurs.

Caissons et chambres de protection contre les mines et torpilles

Les compagnies Vickers Ltd et T. G. O. Thurston, de Londres, ont fait récemment breveter une invention relative à un système de protection des grands navires de guerre contre les explosions sous-marines. Ce système prévoit l'installation le long des flancs du navire, sur une longueur convenable, entre l'avant et l'arrière, de caissons ou chambres se raccordant par le haut au bord inférieur de la ceinture cuirassée A5 et destinés non seulement à augmenter la résistance propre de la carène, mais aussi à permettre aux gaz issus de l'explosion d'une torpille ou d'une mine sous-marine de se détendre dans le grand espace libre formé par chacun de ces caissons.



COUPE D'UN CAISSON PROTECTEUR, MONTRANT LA CHAMBRE AVANT ET LA CHAMBRE ARRIÈRE

Chaque chambre comprend un compartiment extérieur A dont la paroi A1, en contact avec la mer, est convexe. C'est dans ce compartiment que les gaz de l'explosion sont admis à se détendre si la paroi A1 cède à leur pression. Une cloison très solide A2, fortement reliée à A1 et non moins fortement maintenue en arrière par des poutres en acier et des câbles métalliques flexibles, sépare la chambre extérieure A d'une chambre intérieure B, dont la paroi B1 est construite et étayée de manière à pouvoir résister à l'expansion des gaz si A1 et A2 n'ont pas suffi à les contenir. A1, A2 et B1 constituent donc une triple résistance à l'effort d'arrachement des gaz. S'ils résistent, non seulement l'intérieur du navire n'aura pas à souffrir et ne sera pas envahi par la mer, mais encore, le ou les caissons de protection intéressés ne se rempliront pas d'eau, les gaz partiellement détendus à l'intérieur de ce ou ces caissons s'échappant par la brèche jusqu'à ce que leur pression fasse équilibre à celle de l'eau extérieure, empêchant ainsi l'irruption du liquide.

Les seuls inconvénients sérieux de ce système sont l'encombrement et le poids supplémentaires qu'il nécessite.

Aéroplane américain sans haubans

Le célèbre aviateur américain Glenn H. Curtiss a fait récemment construire sur ses plans un biplan rapide de reconnaissance qui, lors de ses essais au champ d'aviation de Buffalo, a atteint une vitesse de 192 kilomètres à l'heure, vitesse qui constitue, paraît-il, un record du monde pour les appareils biplans de 100 HP. de puissance seulement. Le nouvel aéroplane comporte, dit-on, de nombreux perfectionnements et plusieurs nouveautés; mais ce qui constitue la principale innovation, c'est la complète élimination du système ordinaire de haubans en fils d'acier. Les constructeurs ont, depuis longtemps, reconnu combien la masse des haubans influe désavantageusement sur la vitesse des aéroplanes. Dans leurs efforts pour éliminer les fils métalliques, ils ont été conduits à essayer de leur substituer des montants en bois, mais le gain de vitesse cherché n'a pas été réalisé d'une façon appréciable. Des tendeurs de section elliptique répondant mieux à la théorie des filets fluides ont été aussi expérimentés à la place des tendeurs ordinaires de section ronde, mais, quand même, la vitesse de l'avion est restée beaucoup diminuée par le réseau trop dense de ses fils.

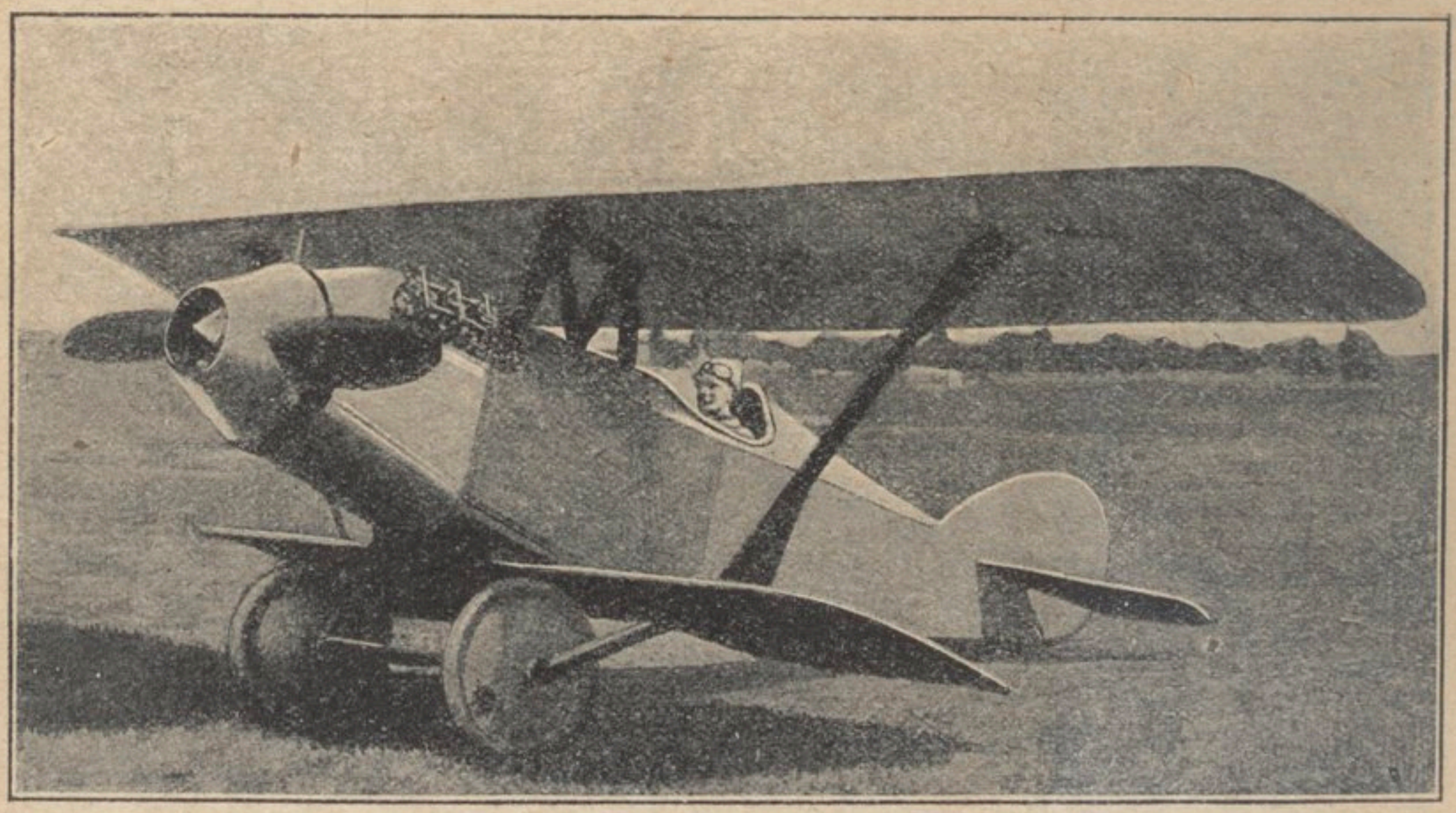
D'où il est apparu que la solution idéale consistait à éliminer complètement les haubans sans les remplacer par un grand nombre de montants ; c'est précisément ce qu'a réalisé M. Curtiss. Dans son dernier appareil, le haubannage se résume à deux traverses de forme spéciale et de section elliptique, placées une de chaque côté pour entretoiser les deux plans. L'avion a 6 m. 10 d'envergure ; il est du type à hélice tractive mue par un moteur huit cylindres de 100 HP. Sa grande envergure lui permet de s'élever rapidement à une grande hauteur et, bien qu'il ne soit pas un type de vitesse pur et puisse être utilisé, en raison de sa surface portante relativement grande, pour les besoins généraux des services d'aviation, sa vitesse, qui peut atteindre 200 kilomètres à l'heure, le rend propre aux reconnaissances militaires à effectuer très rapidement.

La poudre noire employée comme engrais de culture

Qui aurait pensé que la plus commune des poudres de chasse et de guerre pouvait avoir une destination aussi pacifique et que, laissant de côté son apport à l'œuvre de mort, on saurait l'adapter à favoriser la vie végétale, ... quand elle est trop vieille. Le proverbe dit que « lorsque le diable devient vieux, il se fait ermite ».

La chose est véridique, car nous apprenons que le département naval d'artillerie des Etats-Unis a récemment fait don à la ferme de l'Académie Navale (le *Borda* américain) de 450.000 kilogrammes de vieille poudre noire pour servir d'engrais, cette poudre renfermant jusqu'à quatre-vingts pour cent en poids de nitrate de potasse.

L'ingrédient est semé à la volée sur le terrain et est désagrégé en partie par l'action de l'atmosphère. On comprendra que les cultivateurs qui l'emploient doivent s'imposer certaines précautions et notamment s'interdire de fumer, lorsqu'ils ont à triturer et à semer la poudre dans leurs champs.



LES PLANS DU NOUVEL AÉROPLANE CURTISS NE SONT ENTRETOISÉS QUE PAR DEUX MONTANTS

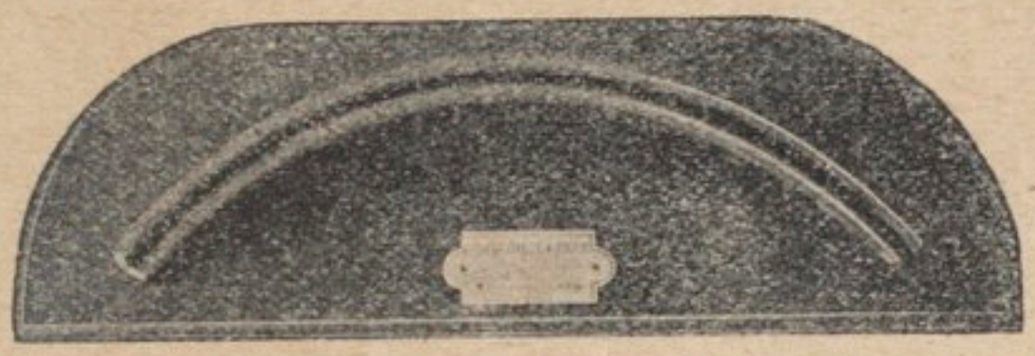
Un dispositif qui permet aux manchots de jouer aux cartes

De nombreux inventeurs se sont depuis longtemps préoccupés de construire des appareils susceptibles de permettre aux mutilés de gagner leur vie en travaillant, malgré la perte d'un ou même de plusieurs membres. On a pu lire dans le dernier numéro (29) de la *Science et la Vie* un intéressant article du professeur Amar qui a inventé dans ce but une série d'appareils tous plus ingénieux les uns que les autres.

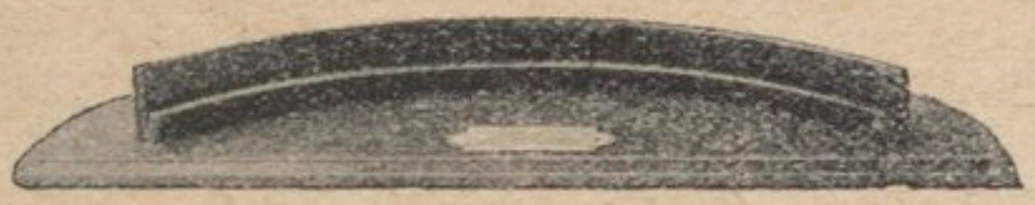
Les manchots notamment peuvent devenir d'excellents ajusteurs-mécaniciens ou exercer une infinité de métiers exigeant à la fois de la force musculaire et une très grande habileté professionnelle.

Mais personne jusqu'ici ne s'était inquiété de procurer aux malheureux qui sont privés d'un bras la possibilité de se distraire de leurs souffrances et de leurs travaux en s'adonnant à leurs jeux favoris tels que les cartes. Pourquoi, en effet, les douceurs de la manille seraient-elles refusées à cette catégorie de mutilés, hélas! si nombreux aujourd'hui?

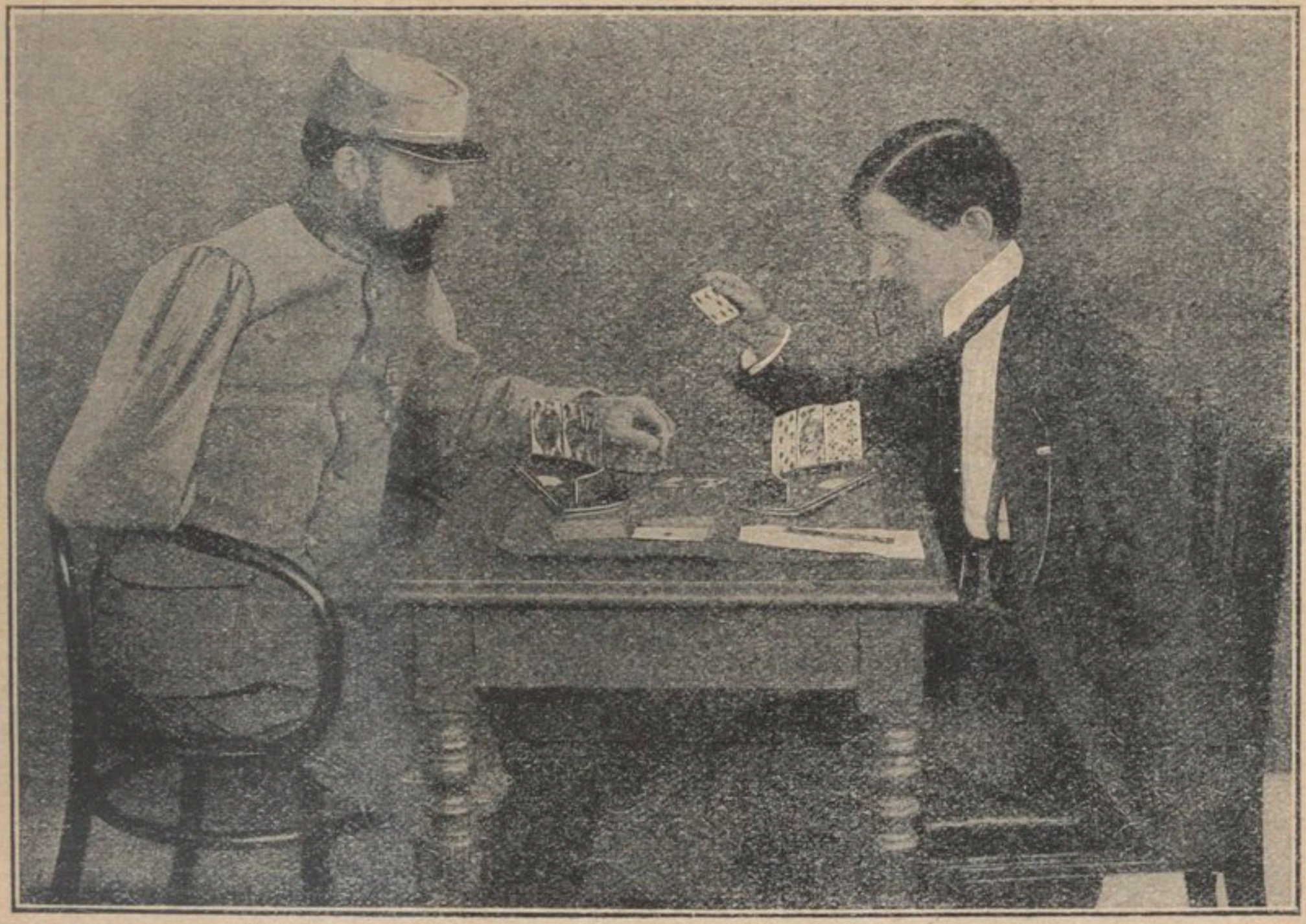
Le petit appareil représenté ci-dessous comble très simplement cette lacune. Les cartes sont maintenues entre deux règles de bois courbes, fixées sur un plateau de hêtre qui présente à peu près la forme d'une demi-ellipse coupée suivant son grand axe. Chaque joueur possède un porte-cartes semblable dont la concavité est tournée vers lui, ce qui empêche son partenaire de voir de quelles cartes se compose son jeu. On place sur une table quelconque autant d'appareils qu'il y a de joueurs engagés dans la partie. Un grand nombre d'hôpitaux et d'ambulances ont acquis ce nouveau matériel qui permet aux pauvres mutilés de se distraire pendant les longues journées de maladie ou de convalescence.



L'APPAREIL VU DU DESSUS



LE VOICI VU DE FACE



UNE RAINURE COURBE POUR TENIR LES CARTES REMPLACE LA MAIN ABSENTE

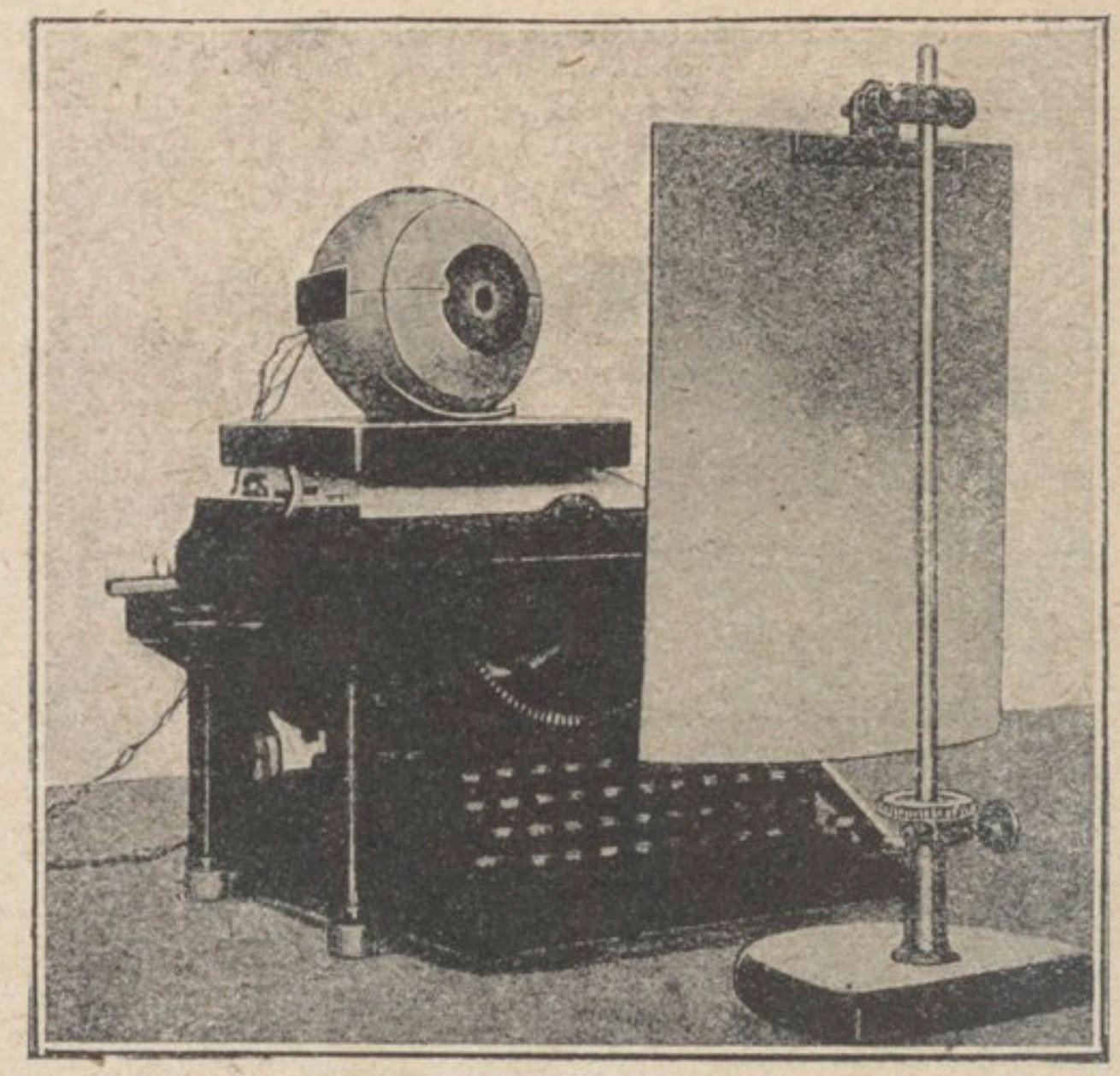
Une machine à écrire qui dactylographiera les textes qu'elle lira

Bien que la machine à écrire autoliseuse et autocopiste qui fait l'objet de cette chronique n'ait pas encore été réellement construite et qu'on ignore, par conséquent, ce qu'elle donnera à l'essai, la suggestion qu'elle offre et les possibilités que son principe laisse entrevoir sont extrêmement intéressantes. Munie d'un œil artificiel, qui est un véritable organe de vision mécanique et non l'objet inerte et de parade qu'on appelle œil de verre, cette machine de l'avenir sera capable de copier automatiquement les écrits placés devant elle. Son inventeur est un ingénieur électricien de Brooklyn, nommé J.-B. Flower, qui a déjà à son actif plusieurs autres excellentes idées dont la plupart ont reçu une consécration pratique.

Avant de décrire la structure de l'œil artificiel de la future machine à écrire et le fonctionnement de cette dernière, disons comment il est possible à l'organe de vision d'effectuer la lecture des textes. Ceci nous conduit à formuler une règle : quand, au même point, on superpose toutes les lettres de l'alphabet, prises dans le même *corps* et ayant le même *œil* (ou, si l'on préfère, de la même série typographique, en majuscules ou en minuscules) aucune lettre n'est entièrement recouverte par une autre ; par conséquent, il est au moins un point de chaque lettre qui ne se confond pas avec le tracé des autres. De cette règle très précise il découle que, au lieu de superposition, chaque lettre peut être représentée par un point et que tous ces points peuvent occuper des positions telles qu'ils demeurent parfaitement distincts les uns des autres.

Si d'aucuns peuvent être tentés de mettre en doute cette assertion, c'est que les caractères d'imprimerie sont ordinairement trop petits et d'un corps trop épais pour mettre en évidence ces différences de tracés. Mais, qu'on les dessine d'un trait léger, puis qu'on les superpose en les *agrandissant fortement*, et l'on verra qu'aucun d'eux n'en recouvre complètement un autre. La fig. 1, p. 183, est, sur ce point, particulièrement démonstrative.

Ceci posé, revenons à l'œil artificiel de la machine. Il consiste essentiellement en une lentille bi-convexe, par conséquent grossissante, sertie dans une sphère creuse, comme le cristallin dans le globe de l'œil. Au fond de cette sphère sont disposées. en chacun des points caractéristiques choisis pour représenter les lettres de l'alphabet sous un grossissement invariable, des petites cellules de *sélénium* dont l'ensemble constitue la rétine de l'œil artificiel, car ce sont elles qui sont destinées à recueillir les impressions optiques et à les interpréter.



VUE DE LA MACHINE ET DE SON ŒIL MÉCANIQUE

Avant d'aller plus loin, rappelons en deux mots ce qu'est le sélénium.

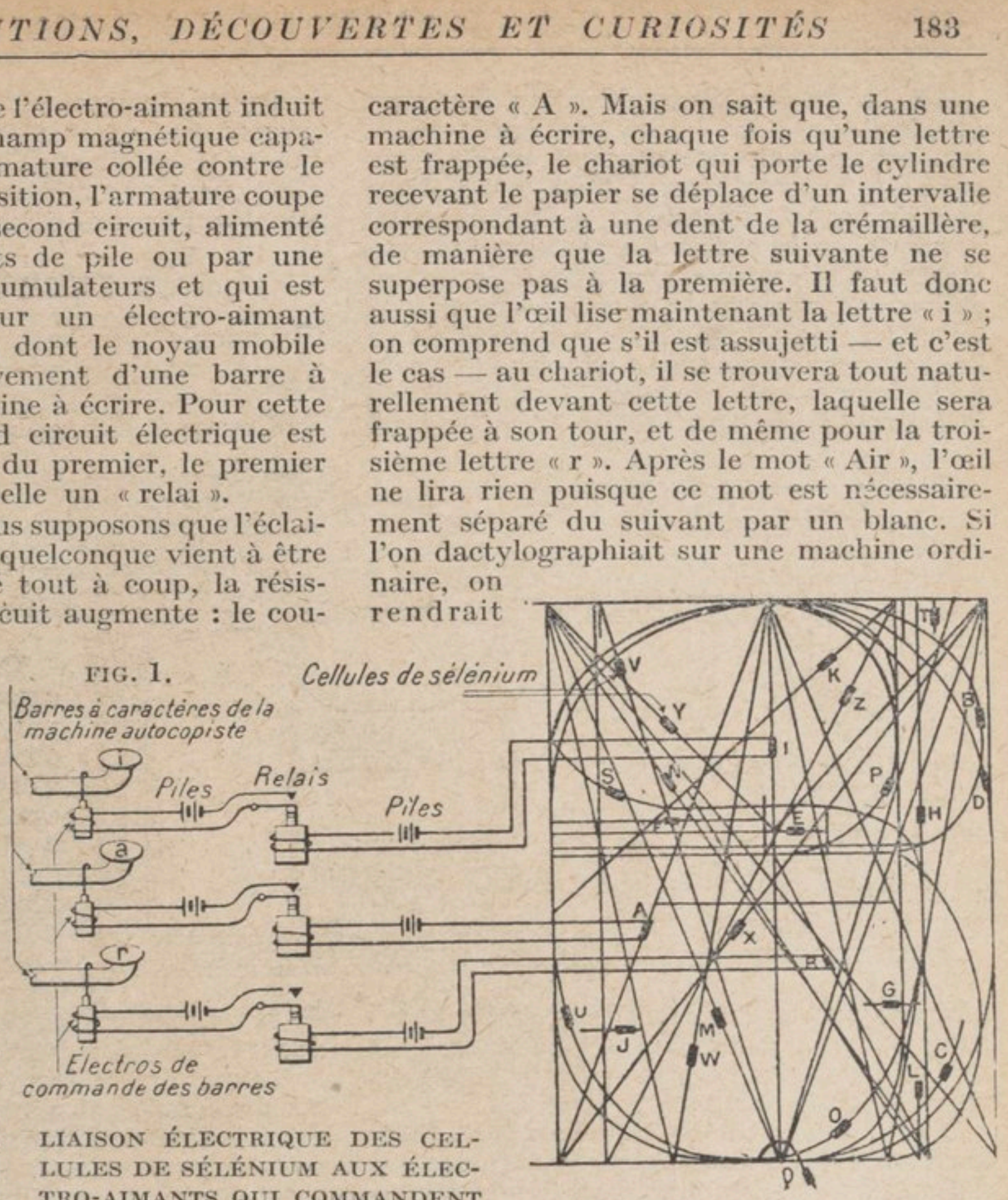
Le sélénium est un métalloïde bivalent qui présente de grandes affinités avec le soufre. A l'état normal, il est mauvais conducteur de la chaleur et de l'électricité. Si on vient à le chauffer aux environs de 100°, il se produit un dégagement de chaleur qui porte la masse au-delà de 200° et révèle une transformation atomique dont les principaux résultats sont : la conversion du sélénium en une variété cristallisée appelée *sélénium métallique ;* un changement de densité et une importante modification des propriétés physiques: le sélénium métallique est de beaucoup meilleur conducteur de la chaleur et de l'électricité ; il présente même à ce point de vue une particularité curieuse : sa résistance électrique varie en raison inversement proportionnelle de l'intensité d'éclairement.

Revenons à notre sujet. Chaque cellule de sélénium est intercalée dans un circuit électrique particulier qui reçoit son courant d'une pile et est fermé sur l'enroulement d'un électro-aimant (fig. 1). La résistance totale de ce circuit, constituée par la résistance du fil, qui est fixe, et celle de la cellule, qui est variable, est, supposons-le, telle que, pour l'éclairement normal, le courant qui circule

dans l'enroulement de l'électro-aimant induit dans ce dernier un champ magnétique capable de maintenir l'armature collée contre le noyau. Dans cette position, l'armature coupe le courant dans un second circuit, alimenté par d'autres éléments de pile ou par une petite batterie d'accumulateurs et qui est également fermé sur un électro-aimant du type « avaleur », dont le noyau mobile commande le mouvement d'une barre à caractère de la machine à écrire. Pour cette raison que le second circuit électrique est sous la dépendance du premier, le premier électro-aimant s'appelle un « relai ».

Si, maintenant, nous supposons que l'éclairement d'une cellule quelconque vient à être *sensiblement* diminué tout à coup, la résistance du premier circuit augmente : le courant parcourant le relai n'est plus assez fort pour maintenir l'armature collée au noyau; rappelée vers le haut par son ressort antagoniste, cette armature ferme le circuit du second électro, lequel, agissant sur sa barre à caractère, provoque l'impression d'une lettre sur le papier. Si la diminution d'éclairement de la cellule cesse maintenant de se manifester, le relai attire de nouveau son armature, ce qui a pour résultat, en coupant le courant dans le second circuit, de permettre au ressort de rappel de la barre à caractère de faire revenir celle-ci à sa position initiale. Que la diminution subite et fugace d'éclairement s'exerce maintenant sur une autre cellule et nous obtenons exactement la répétition des phénomènes qui viennent d'être décrits, à cette différence près que la lettre frappée n'est plus la même.

FIG. 1.



LIAISON ÉLECTRIQUE DES CELLULES DE SÉLÉNIUM AUX ÉLECTRO-AIMANTS QUI COMMANDENT LA DÉPRESSION DES BARRES A CARACTÈRES DE LA MACHINE

On a déjà sans doute deviné que les variations d'éclairement nécessaires pour sensibiliser les cellules de sélénium proviennent de la lecture, par l'œil de la machine, des lettres qui forment le texte à reproduire. En effet : si, par exemple, la lettre « A » du mot « Air » (fig. 1 et 2), compris dans le texte à dactylographier, se trouve en face de l'œil, la lentille en projettera l'image sur la rétine artificielle en l'agrandissant *n* fois. Or, en vertu de ce que nous avons dit plus haut à propos de la position respective des cellules, cette image, qui est en somme une ombre, ne couvrira sur la rétine qu'une seule cellule, laquelle sera précisément celle qui est reliée électriquement à la barre du caractère « A ». Mais on sait que, dans une machine à écrire, chaque fois qu'une lettre est frappée, le chariot qui porte le cylindre recevant le papier se déplace d'un intervalle correspondant à une dent de la crémaillère, de manière que la lettre suivante ne se superpose pas à la première. Il faut donc aussi que l'œil lise maintenant la lettre « i » ; on comprend que s'il est assujetti — et c'est le cas — au chariot, il se trouvera tout naturellement devant cette lettre, laquelle sera frappée à son tour, et de même pour la troisième lettre « r ». Après le mot « Air », l'œil ne lira rien puisque ce mot est nécessairement séparé du suivant par un blanc. Si l'on dactylographiait sur une machine ordinaire, on rendrait ce blanc en déprimant la barre d'espacement. M. Flower a prévu, lui, un mécanisme spécial pour que sa machine reproduise automatiquement les intervalles entre les mots. Il a dû également prévoir des dispositifs capables de réaliser l'automaticité de l'espacement des lignes, c'est-à-dire la rotation régulière du cylindre portant le papier, du retour en position du chariot lorsqu'il arrive en fin de course, de l'insertion et l'enlèvement du papier; en résumé l'automaticité de toutes les phases du fonctionnement de la machine à écrire ordinaire.

De ce qui précède, on comprendra que la vitesse avec laquelle l'instrument dactylographie est uniquement fonction de la rapidité avec laquelle les deux électro-aimants de chaque circuit obéissent à l'impression optique, cette impression, c'est-à-dire la lecture, et la variation de résistance des circuits étant pratiquement instantanées. Cette vitesse pourrait être certainement très grande avec une machine très perfectionnée dont le mécanisme serait particulièrement bien réglé et dont les électro-aimants n'auraient pas d'hystérésis très appréciable.

La feuille dactylographiée, ou l'ouvrage imprimé, dont on désire prendre la copie, est portée par un support spécial qui remonte automatiquement le texte, ligne par ligne, au niveau du plan horizontal passant par le centre du système optique, au fur et à mesure que s'effectue la lecture et par conséquent la frappe. Le support doit être placé à une distance convenable de l'œil pour qu'une image nette des lettres du texte soit projetée par la lentille sur la rétine ; il doit aussi maintenir ledit texte dans un

FIG. 2.

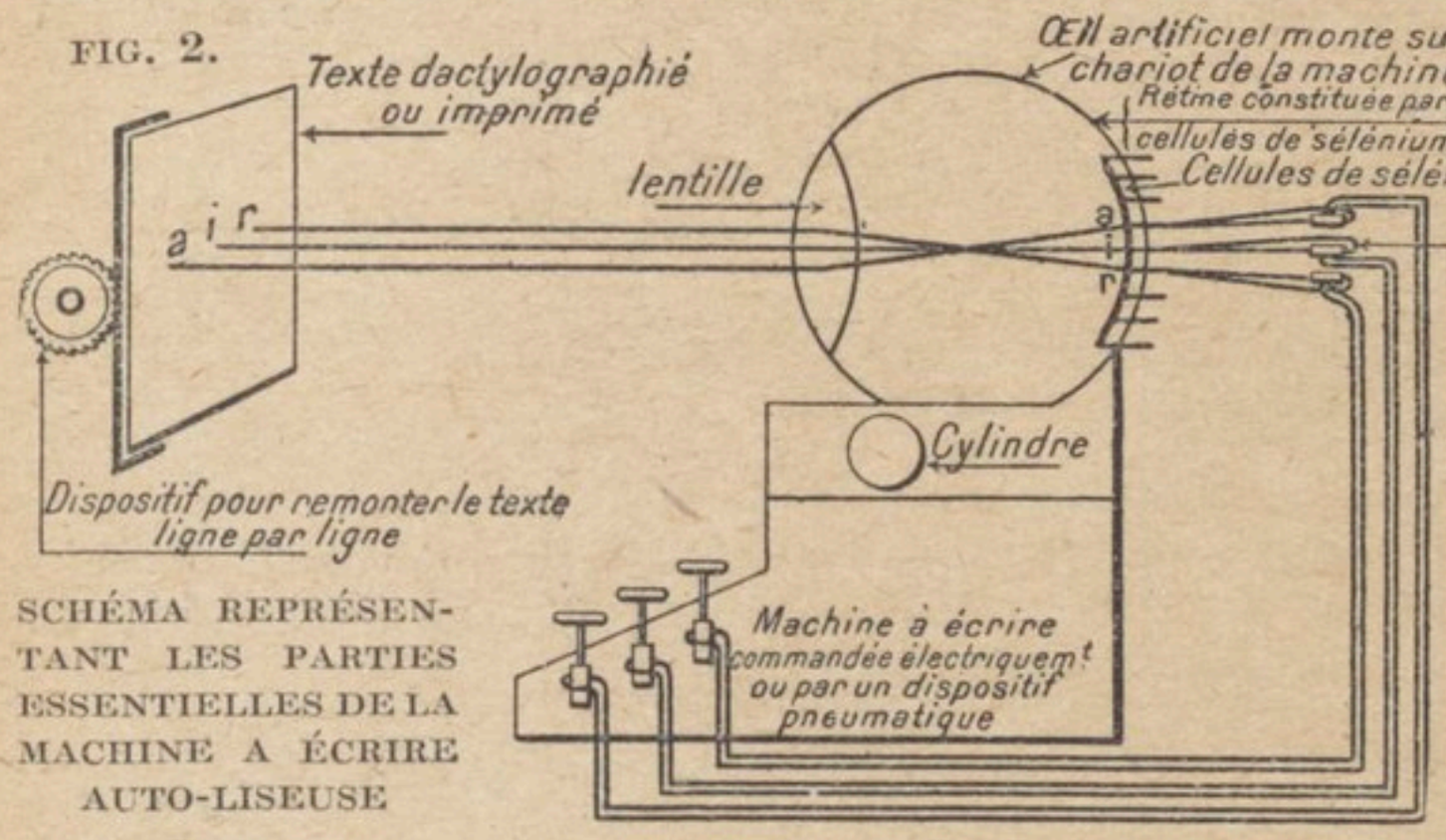


SCHÉMA REPRÉSENTANT LES PARTIES ESSENTIELLES DE LA MACHINE A ÉCRIRE AUTO-LISEUSE

plan toujours parallèle au plan vertical tangent à la calotte rétinienne, afin que les rayons lumineux passent toujours rigoureusement par le foyer de la lentille.

Nous l'avons dit : l'idée vraiment ingénieuse de M. Flower n'est pas encore au point. Les détails de la machine qu'il rêve sont trop complexes pour être arrêtés du premier coup. Il lui faut, dans un organe de vision qui ne peut être trop volumineux ni trop lourd, concentrer un nombre suffisant de cellules pour faire frapper à la machine tous les caractères et signes de son clavier ; résoudre le problème des liaisons souples des cellules aux circuits électriques des relais, etc...

Il est bien entendu que l'appareil de M. Flower n'est pas destiné à remplacer le dactylographe, puisque son rôle se bornera à recopier des textes dactylographiés ou imprimés. Il est évident aussi qu'avec ses nombreux circuits, ses électro-relais et de commande des barres à caractères, la machine prendra beaucoup de place, sera coûteuse et délicate, nécessitera d'être toujours bien d'aplomb sur une table solide et bien dressée, etc... mais elle pourra, néanmoins, rendre de grands services, notamment dans les bureaux de copie.

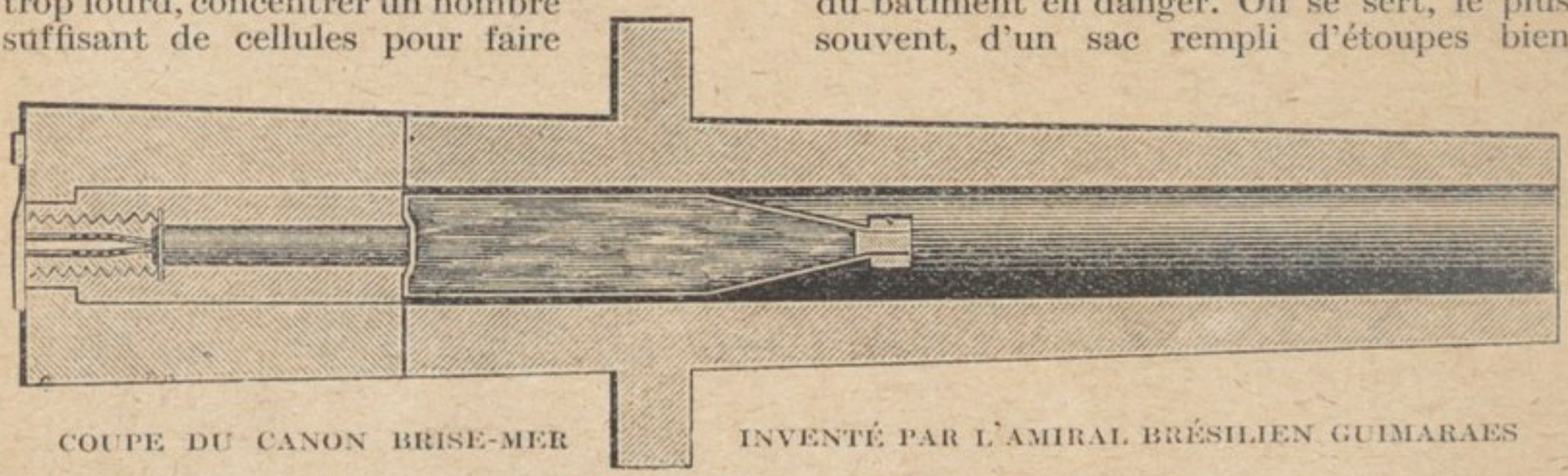
Le canon brise-mer

La multitude de torpilleurs, de chalutiers à vapeur, de navires de faible tonnage qui montent la garde en vue des côtes de France et d'Angleterre pour surveiller les sous-marins ennemis ont à supporter de rudes épreuves. Pour ces bateaux, relativement petits, une tempête, en effet, peut être funeste.

On possède, heureusement aujourd'hui, le moyen d'y parer, au moins dans une certaine mesure : c'est le filage de l'huile dont l'efficacité n'est plus à démontrer. Il a fait l'objet d'une remarquable étude présentée à l'Académie des sciences en 1887 et publiée par l'amiral Cloué, laquelle rapporte de nombreux exemples ayant fourni d'heureux résultats, par les plus gros temps.

On sait depuis longtemps que quand une couche d'huile, si mince soit-elle, est répandue à la surface d'une mer même très agitée, celle-ci se calme instantanément, et le navire peut désormais naviguer en toute sûreté, tant qu'il se trouve dans la zone protégée.

Mais la partie délicate du procédé est de répandre convenablement cette huile autour du bâtiment en danger. On se sert, le plus souvent, d'un sac rempli d'étoupes bien



COUPE DU CANON BRISE-MER INVENTÉ PAR L'AMIRAL BRÉSILIEN GUIMARAES

huilées que l'on suspend au bout d'une hampe ou d'un espar débordant l'avant ; ou bien l'on emploie une pompe pour projeter le plus loin possible l'huile sur les flots.

On a aussi imaginé une sorte de mortier destiné à lancer un projectile cylindro-conique contenant une chambre à huile et une charge de poudre destinée à faire éclater l'ensemble ; mais le point d'éclatement est incertain, et, si l'explosion ne se produit pas à la surface de la mer,

l'huile éparpillée est emportée par le vent.

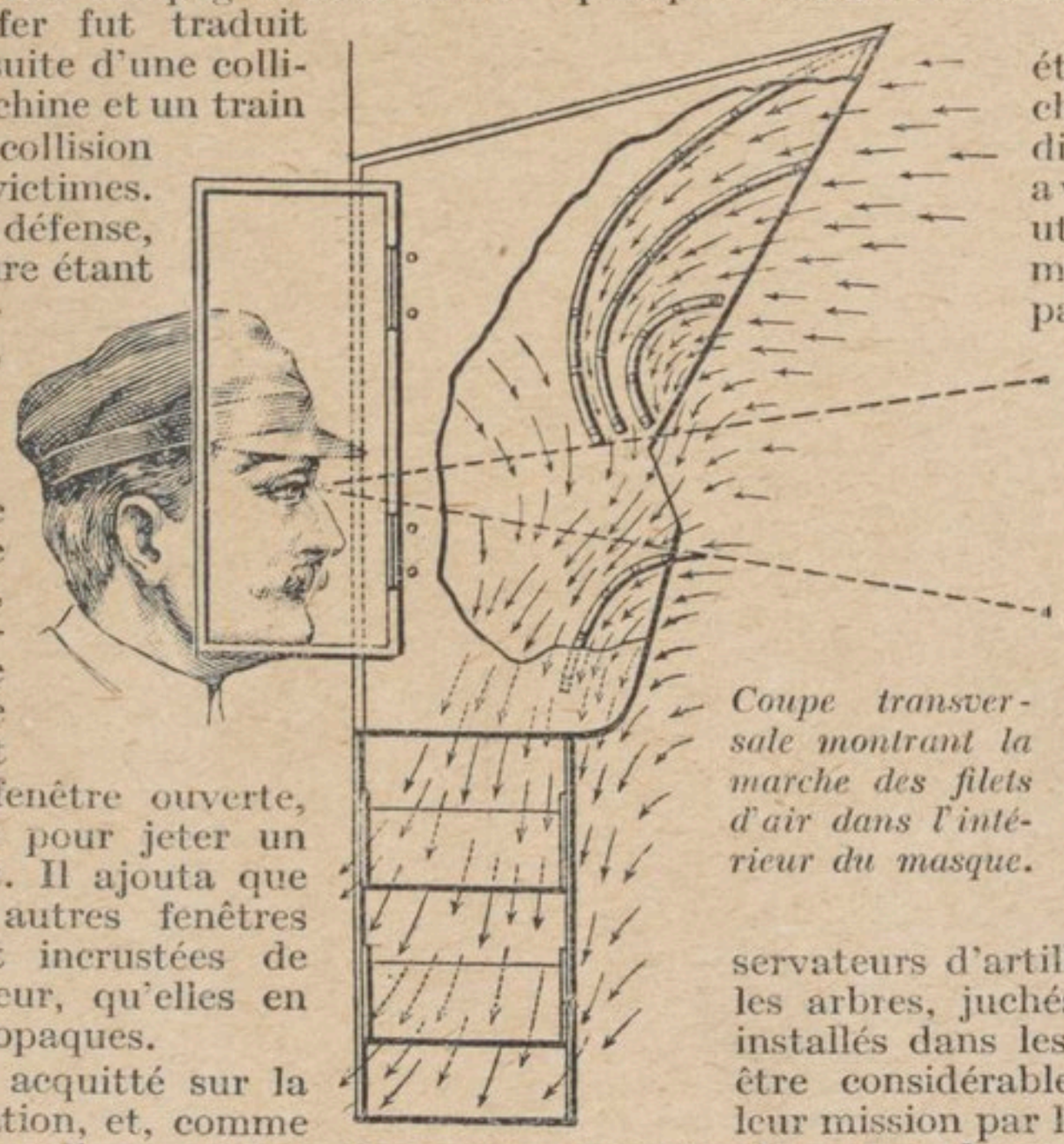
Le vice-amiral Guimaraes, de la marine brésilienne, a inventé récemment un système qui constitue un perfectionnement notable sur les précédents et que beaucoup de navires ont adopté. Il se compose d'un petit canon facilement déplaçable que l'on installe soit sur le gaillard, soit le plus près possible de l'étrave, du bord où souffle le vent. La charge n'est que de 40 grammes. Le projectile est une bouteille en verre de 66 mm. de diamètre et de 23 cm. de longueur ; elle est remplie de sciure de bois imbibée d'huile animale ou végétale ; l'huile de poisson est celle qu'il convient le mieux d'employer,

QUELLES QUE SOIENT LES CONDITIONS DE TEMPS, L'APPAREIL PERMET D'OBSERVER AISÉMENT LA ROUTE

Masque déviateur du vent

Il y a quelques années, raconte notre confrère, le *Scientific American*, un mécanicien d'une compagnie canadienne de chemin de fer fut traduit en justice à la suite d'une collision entre sa machine et un train de voyageurs, collision qui fit plusieurs victimes. Il argua, pour sa défense, que la température étant de 40 degrés au-dessous de zéro, avec un vent de 65 kilomètres dont la vitesse était plus que doublée par celle de la locomotive, il était humainement impossible de supporter le froid en exposant le visage à la fenêtre ouverte, même rien que pour jeter un regard en avant. Il ajouta que les vitres des autres fenêtres étaient tellement incrustées de glace, à l'extérieur, qu'elles en étaient rendues opaques.

L'inculpé fut acquitté sur la foi de sa déclaration, et, comme à quelque chose malheur est bon, les arguments du mécanicien attirèrent l'attention d'un ingénieur sur la difficulté que le conducteur d'un véhicule animé d'une grande vitesse éprouve lorsque, voulant regarder en avant, il ne peut utiliser ou disposer de pare-vent. Cet ingénieur a parfaitement réussi à vaincre cette difficulté au moyen d'une sorte de masque qui dévie les filets d'air vers le bas lorsqu'ils pénètrent dans l'appareil et crée dans le fond de ce dernier une succion ou appel d'air ayant pour effet d'empêcher complètement le vent de frapper le visage de l'observateur. Le plan que nous donnons de l'appareil fait clairement comprendre comment ce résultat est obtenu, et l'on se fera une idée de l'efficacité du système quand on saura qu'une allumette, tenue en arrière de ce pare-vent bizarre, brûle aussi tranquillement que dans une chambre hermétiquement close. L'espace entre les cloisons déviatrices du haut et du bas est pourtant ouvert directement sur l'extérieur, puisque c'est à travers lui que l'on observe.



Coupe transversale montrant la marche des filets d'air dans l'intérieur du masque.

L'appareil, qui a été adopté par les chemins de fer canadiens, pourrait être avantageusement utilisé par les automobilistes et aussi par les capitaines et officiers de quart des navires dont la vision, en mer, est souvent considérablement gênée par le vent, qui peut être froid, chargé de fumée, d'escarbilles et d'embrun...

Ce masque pourrait également rendre de grands services sur le front, où les observateurs d'artillerie, grimpés dans les arbres, juchés sur des toits ou installés dans les clochers, peuvent être considérablement gênés dans leur mission par le vent soufflant en tempête. Dans tous les cas, les pilotes d'aéroplanes, toujours exposés aux courants atmosphériques, s'en accommoderaient fort bien.

La main qui... éclaire!

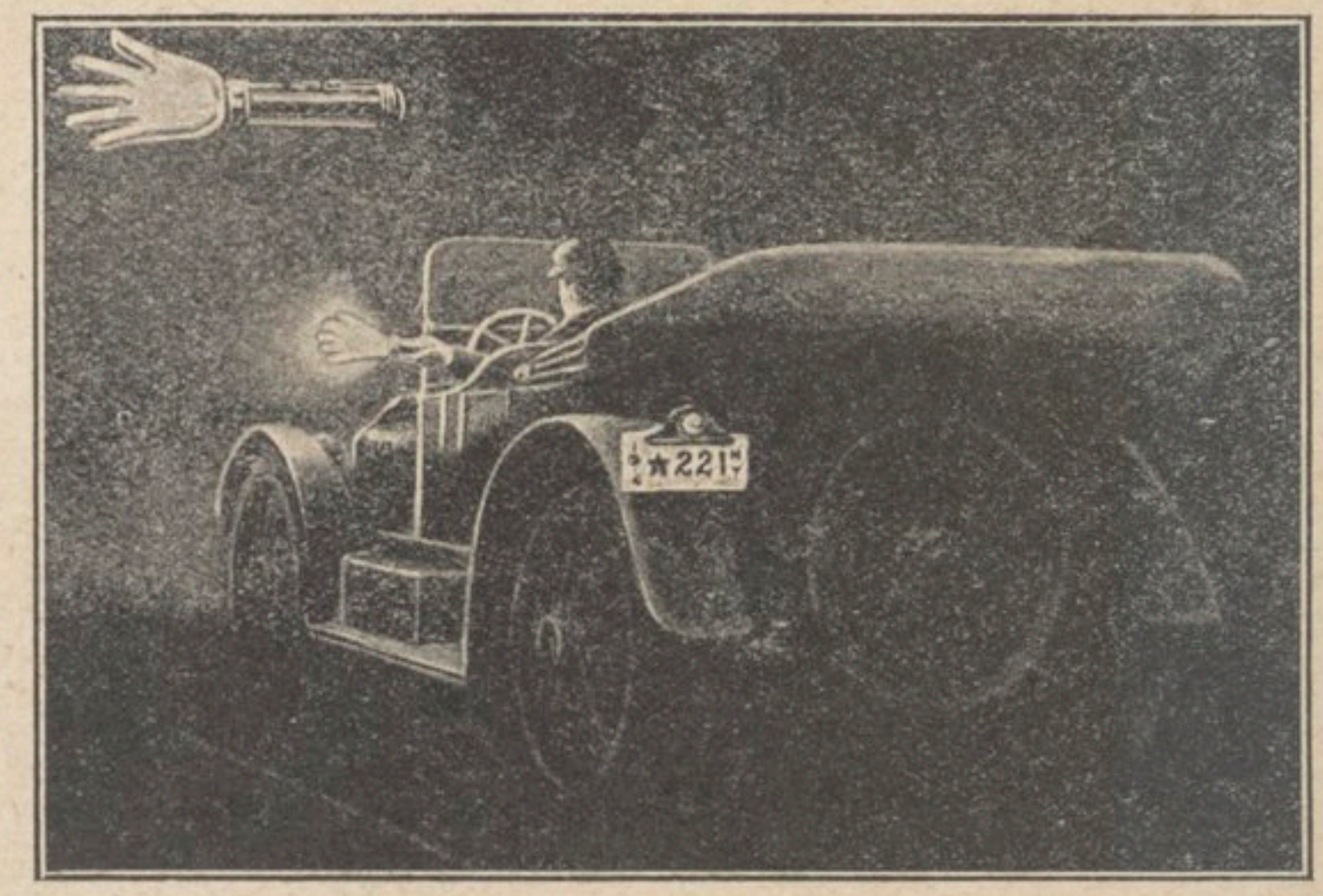
Quand le conducteur d'un véhicule circulant dans une artère où le trafic est intense désire s'engager dans une autre voie ou s'il est obligé subitement de ralentir, il en prévient les conducteurs des voitures qui suivent immédiatement la sienne en tendant un bras horizontalement hors de son véhicule; si c'est pour tourner, il fait le geste du côté où il va prendre le virage.

Bien que rudimentaire, ce procédé convient, il faut croire, au but auquel il prétend, puisque l'usage des moyens mécaniques plus ou moins ingénieux préconisés pour le même objet, ne s'est pas généralisé.

La nuit, par contre, sauf dans les grandes artères, plutôt illuminées qu'éclairées, ce geste si simple et si naturel est rendu inutile par l'obscurité. On n'a pas manqué de proposer de multiples solutions pour ce petit problème de signalisation voiturière nocturne, mais toutes, qui se résument en somme à l'emploi d'un signal lumineux, plus ou moins heureusement combiné, ont cet inconvénient d'être trop différentes du procédé diurne pour rallier le suffrage de tous les intéressés. Et puis ces systèmes sont assez compliqués, d'une installation pas toujours très commode et au surplus d'un prix de revient relativement élevé.

Il y avait bien un moyen très simple qui était de placer à portée de main du conducteur une petite lanterne allumée qu'il aurait tendue à bout de bras au moment opportun ; mais ce feu aurait pu être confondu d'un peu loin avec une lanterne appartenant à un véhicule venant en sens inverse et, par suite, le remède eût été peut-être pire que le mal. Pourtant, en elle-même, l'idée a quelque chose de bon et c'est sans étonnement que nous apprenons qu'un automobiliste américain à l'esprit très pratique l'a reprise en l'appropriant cette fois aux justes besoins de la question.

Sa lanterne est une lampe électrique de poche de forme tubulaire dont un réflecteur spécial projette uniformément les rayons lumineux à l'intérieur d'une main en celluloïd translucide repoussé, sensiblement plus grosse que la main humaine. En la saisissant dans une pochette à sa portée le conducteur, par la simple pression des doigts sur le manche, provoque l'allumage ; il fait cela pour ainsi dire instinctivement, dans le même temps qu'il tend le bras hors de la voiture. C'est très simple, mais comme toujours, il fallait qu'on y pensât!



ATTENTION, JE VAIS TOURNER! SIGNIFIE CE SIGNAL NOCTURNE

Il est à désirer que nos chauffeurs et conducteurs de tous véhicules s'emparent de cette bonne idée. Au fait, pourquoi nos vigilants gardiens de la paix n'adopteraient-ils pas cette main qui n'étreint pas ? Le jour comme la nuit, elle remplacerait avantageusement le bâton blanc et elle serait pour les conducteurs impatients de reprendre leur course comme la menace d'une gifle.

La vie d'un canon de 30 centimètres

On a coutume d'exprimer la durée de la vie d'un canon par le nombre de projectiles qu'il est susceptible de tirer avant que les détériorations profondes qu'il subit le rendent impropre au tir. Cette méthode a l'avantage de parfaitement définir les services qu'on peut attendre d'un canon, mais elle ne donne aucune indication sur le temps de fonctionnement effectif de l'engin. Il est pourtant possible de calculer à très peu près ce temps, qui n'est autre que celui pris par le projectile pour traverser l'âme de la pièce multiplié par le nombre de coups qui peuvent être tirés avant que le rayage soit corrodé. Le temps pris par l'obus pour aller de la chambre de charge à la bouche du canon est facteur de la pression initiale des gaz issus de la combustion de la charge propulsive, du calibre de la pièce et du poids du projectile. Si bien qu'on a pu apprécier que la vie utile (utile est un peu paradoxal) d'un canon moderne de 30 centimètres, dont le coût est de 250.000 à 300.000 francs, ne dépasse pas trois secondes.

André Crober.

CHRONOLOGIE DES FAITS DE GUERRE SUR TOUS LES FRONTS

(Nous reprenons cette chronologie aux dates suivant immédiatement celles où nous avons dû l'interrompre dans notre précédent numéro)

FRONT OCCIDENTAL

Octobre 1916

Le 11. — *Attaque violente des Allemands contre les lignes françaises entre Morval et Chaulnes. L'ennemi est repoussé avec de grosses pertes.*

Le 12. — *Destruction par notre artillerie d'une usine de gaz asphyxiants près de Mulhouse. — Les Anglais attaquent les hauteurs du Transloy, séparant leur front de la route de Péronne à Bapaume.*

Le 13. — *Progrès anglais entre Gueudecourt et Lesbœufs.*

Le 14. — *Nous enlevons deux kilomètres de la première ligne allemande à l'est de Belloy-en-Santerre, et nous enlevons le hameau de Genermont, à 1.200 mètres au nord-est d'Ablaincourt. Nous faisons plus de 1.000 prisonniers.*

Le 15. — *Vaines attaques ennemies contre les positions conquises dans la Somme.*

Le 16. — *Nous pénétrons dans Sailly-Saillisel, où nous nous consolidons. — Les Anglais opèrent plusieurs coups de main et font des prisonniers.*

Le 17. — *Nouvelle avance française dans Sailly-Saillisel.*

Le 18. — *Nous occupons entièrement Sailly-Saillisel et nous enlevons toute la première ligne allemande entre la Maisonnette et le village de Biaches.*

Le 19. — *Nouveaux progrès entre Biaches et la Maisonnette. — Grosses pertes allemandes dans de formidables mais vaines attaques contre Sailly-Saillisel.*

Le 20. — *Un retour ennemi vers la redoute Schwaben récemment enlevée par les Anglais, n'aboutit qu'à des pertes sensibles.*

Le 21. — *Au sud de l'Ancre, les Anglais enlèvent 500 mètres de tranchées sur un front de cinq kilomètres. — Au nord de Chaulnes, nous prenons le bois Etoilé et nous faisons 300 prisonniers.*

Le 22. — *Grosses pertes allemandes dans un vain retour offensif vers les bois de Chaulnes.*

Le 23. — *Avance franco-anglaise dans la direction du Transloy.*

Le 24. — *Bataille devant Verdun. Nous reprenons le fort et le village de Douaumont, et nous menaçons le fort de Vaux. 5.000 prisonniers restent entre nos mains.*

Le 25. — *Dans la région de Verdun, de furieuses contre-attaques ennemies n'aboutissent qu'à de lourdes pertes.*

Le 26. — *Quatre puissantes attaques allemandes échouent dans la région de Douaumont.*

GÉNÉRAL GÉRARD

Commandant les troupes françaises à la frontière de l'Est.

Le 27. — *Progression française à l'ouest et au sud du fort de Vaux.*

Le 28. — *Dans la Somme, avance anglaise au nord-est de Lesbœufs. — Attaque ennemie repoussée contre nos positions de la Maisonnette.*

Le 29. — *Combat d'artillerie dans le secteur de Douaumont, où nous occupons un ouvrage fortifié.*

Le 30. — *Au prix de pertes extrêmement sévères, les Allemands nous prennent un élément de tranchée, au nord de la Maisonnette.*

Le 31. — *Progrès français assez accentués vers Saillisel.*

Novembre

Le 1er. — *Nous progressons dans les régions de Lesbœufs et de Saillisel. — Succès anglais au nord-est de Lesbœufs.*

Le 2. — *Nouveaux progrès dans la Somme, où nous faisons 700 prisonniers.*

Le 3. — *Les Allemands sont contraints d'évacuer le fort de Vaux.*

Le 4. — *La partie ouest du village de Vaux est enlevée par nos troupes.*

Le 5. — *Nous achevons la prise du village de Vaux et nous occupons Damloup. — Dans la Somme, nous enlevons une partie de Saillisel et du bois de Saint-Pierre-Vaast, puissamment organisé. — Bombardement anglais des rives de l'Ancre.*

Le 6. — *Avance dans le bois de St-Pierre-Vaast, où nous faisons 600 prisonniers.*

Le 7. — *Les troupes françaises enlèvent Ablain-*

court et Pressoir, et débordent Chaulnes.

Le 8. — *Echec de plusieurs surprises allemandes sur le front anglais.*

Le 9. — *Violente lutte d'artillerie dans le secteur de Douaumont-Vaux.*

Le 10. — *Grande activité de l'artillerie britannique sur les deux rives de l'Ancre.*

Le 11. — *Lutte à Saillisel, où nous reprenons une partie du village, précédemment reconquise par les Allemands. — Les Anglais, au nord de Thiepval, enlèvent la forte tranchée allemande Regina.*

Le 12. — *Nous reprenons tout le village de Saillisel. Nombreux prisonniers.*

Le 13. — *Au sud de l'Ancre, les Anglais prennent le village de Saint-Pierre-Divion, enlèvent une série de fortes positions et font 3.500 prisonniers.*

Le 14. — *Les troupes anglaises prennent d'assaut Beaucourt et Beaumont-Hamel ; le nombre des prisonniers atteint 6.000.*

Le 15. — *Furieuses attaques ennemies, repoussées dans leur ensemble, contre nos positions de la Somme. Les Allemands prennent quelques maisons de Pressoir.*

Le 16. — *Nous chassons l'ennemi de Pressoir, ainsi que des quelques maisons reprises par lui à Saillisel.*

Le 18. — *Attaque ennemie repoussée dans le secteur de Biaches.*

Le 19. — *Violent bombardement du fort et de la région de Douaumont.*

Le 23. — *Bombardement actif et réciproque sur tout le front anglais de la Somme.*

Le 24. — *Coup de main heureux des Français en Alsace, dans la région de Metzeral.*

Le 26. — *A l'est d'Auberive, en Champagne, attaque ennemie arrêtée par un tir de barrage.*

Le 29. — *Activité des deux artilleries dans les secteurs de Biaches et de Pressoir.*

Le 30. — *Continuation du combat d'artillerie dans la Somme. Dans la région de Massiges, nous faisons sauter un dépôt de munitions.*

Décembre

Le 1er. — *Au sud d'Armentières, les Anglais pénètrent dans plusieurs points des tranchées allemandes.*

Le 2. — *Violent bombardement de la région de Vaux par l'ennemi. Un canon allemand à longue portée tire plusieurs coups dans la direction de Nancy.*

Le 3. — *Au sud de la Somme, dans la région de Barleux, violent duel d'artillerie, ainsi que sur l'ensemble du front anglais.*

Le 4. — *Des coups de main ennemis sont repoussés dans la région de Barleux, ainsi qu'en Alsace, au sud-est de Metzeral.*

Le 5. — *Une attaque allemande, menée avec de gros effectifs, au sud de Loos, est sévèrement repoussée par les Anglais.*

FRONT ORIENTAL

Octobre 1916

Le 11. — *Sur l'ensemble du front russe, une série d'offensives ennemies sont victorieusement repoussées par nos alliés.*

Le 12. — *Succès local russe dans la région de Bournowo, où nos alliés s'emparent de plusieurs tranchées.*

Le 13. — *La bataille de Galicie devient furieuse. Les Russes se heurtent à une résistance acharnée, mais ils progressent quand même lentement.*

Le 14. — *Dans la région de Korosmzo, les Russes font 1.200 prisonniers.*

Le 18. — *La bataille se poursuit avec fureur, mais toutes les attaques ennemies sont brisées, et nos alliés s'emparent de plusieurs positions de l'adversaire.*

Le 20. — *Sur la rivière Narajovka, combats violents durant lesquels les positions sont successivement prises et reprises. L'ennemi est finalement rejeté avec de grosses pertes.*

Le 21. — *L'ennemi tente vainement de traverser la Boldurka, au nord de Brody. L'artillerie le décime littéralement.*

Le 23. — *Conquête de hauteurs par les Russes au sud de Dorna-Vatra.*

Le 25. — *Attaques allemandes repoussées brillamment par nos alliés au sud de Riga.*

Le 26. — *L'ennemi reprend deux des hauteurs perdues près de Dorna-Vatra.*

Le 27. — *En Perse, dans la direction de Hamadan, les troupes russes s'emparent d'une série de localités.*

Le 30. — *Sur le Stockhod, au sud de Vitolege, après de rudes combats, l'ennemi s'empare de plusieurs tranchées.*

Novembre

Le 1er. — *Reprise, par les Russes, des tranchées perdues sur le Stockhod.*

Le 3. — *Plusieurs violentes attaques allemandes sont repoussées au sud de Dwinsk.*

Le 4. — *Succès russe dans les Carpathes boisées ; 400 prisonniers ; dans le butin, qui est assez important, figurent 6 mitrailleuses et 79 caisses de munitions.*

Le 6. — *Avance russe au sud de Dorna-Vatra. Un millier de prisonniers.*

Le 9. — *Après sept attaques sanglantes, les Allemands parviennent à enlever une ligne de tranchées, dans la région de Skrobovo.*

Le 10. — *Sur tout le front de Galicie, les Allemands sont chassés des positions qu'ils avaient pu acquérir.*

Le 12. — *Echec de plusieurs offensives ennemies dans les Carpathes boisées.*

Le 14. — *Sur la rivière Narajovka, nos alliés s'emparent de toute une série de tranchées puissamment organisées.*

Le 16. — *Dans la région de Nakarki (Carpathes boisées), une offensive ennemie est vigoureusement repoussée.*

Le 20. — *Une attaque russe contre les tranchées allemandes réussit très heureusement dans le secteur de Riga.*

Le 24. — *Sur divers points du front, l'ennemi tente des offensives qui échouent.*

Le 27. — *Série d'attaques allemandes, toutes repoussées, dans le secteur de Riga.*

Le 28. — *Succès russes dans les Carpathes boisées. Nos alliés s'emparent de toute une*

série de hauteurs dans la région de Kirlibaba et font un millier de prisonniers.

Le 30. — *Des attaques ennemies sont repoussées au nord de Smorgon. — Dans les Carpathes, nouvelle avance russe dans la région de Kirlibaba; 1.100 prisonniers sont faits et un nombreux matériel est enlevé.*

Décembre

Le 1er. — *Sur la frontière roumaine, les Russes s'emparent d'une série de hauteurs, dans la région de Kirlibaba.*

Le 2. — *Après un rude combat, les Russes prennent la ville de Kirlibaba.*

Le 3. — *Lourdes pertes allemandes dans une offensive très violente contre les lignes russes des Carpathes boisées.*

Le 4. — *Avance russe assez accentuée vers Jablonitza, dans les Carpathes boisées.*

Le 5. — *L'artillerie lourde allemande oblige les Russes à se replier sur leur position principale, dans les Carpathes.*

FRONT ROUMAIN

Octobre 1916

Le 11. — *Violentes attaques ennemies contenues sur la frontière de Transylvanie.*

Le 14. — *A Predeal, dans la vallée de Jiul, les Roumains repoussent victorieusement les attaques ennemies.*

Le 17. — *Les Roumains résistent énergiquement et s'emparent de plusieurs canons, au front de Transylvanie.*

Le 18. — *En Transylvanie, les Roumains font un millier de prisonniers.*

Le 19. — *Offensive de l'armée du feld-maréchal Mackensen en Dobroudja.*

Le 20. — *Les troupes de Mackensen occupent Kokarouga et poursuivent leur avance.*

Le 21. — *Les Roumains contiennent l'ennemi en Transylvanie, mais ils se replient en Dobroudja tout en combattant.*

Le 22. — *Les Germano-Bulgares occupent Constantza, port roumain sur la mer Noire.*

Le 23. — *Les Allemands occupent Predeal, sur le front de Transylvanie. Sur les autres points de ce front, la résistance roumaine est efficace.*

Le 24. — *En Dobroudja, les Russo-Roumains évacuent Cernavoda, dont ils font sauter le pont.*

Le 27. — *En Moldavie et en Valachie, les Roumains obtiennent divers succès et font près de 2.000 prisonniers.*

Le 28. — *Dans les vallées du Jiul et de Prahova, l'ennemi est contraint de reculer et perd deux batteries lourdes.*

Le 29. — *Violents combats dans la région d'Orsova, sans résultats appréciables.*

GÉNÉRAL B. GOURKO

Successeur du général Alexeieff à la tête du grand Etat-major russe.

Le 31. — *Succès roumains dans la vallée du Jiul: 600 prisonniers. — Activité des reconnaissances russo-roumaines en Dobroudja.*

Novembre

Le 1er. — *Poursuite active de l'ennemi et butin de matériel dans la vallée du Jiul.*

Le 4. — *L'ennemi avance au delà de Predeal. Dans la vallée du Jiul, l'arrivée de renforts arrête la poursuite roumaine. — En Dodroudja, l'armée de Mackensen recule en brûlant les villages.*

Le 6. — *Les Russo-Roumains prennent une heureuse offensive sur tout le front de Dobroudja.*

Le 7. — *L'ennemi, renforcé, reprend une vigoureuse offensive dans la vallée du Jiul.*

Le 8. — *La ville d'Hirsova, en Dobroudja, est reprise par les alliés. En la quittant, l'ennemi la pille et l'incendie.*

Le 9. — *L'armée de Mackensen est repoussée avec de fortes pertes jusqu'à Cernavoda.*

Le 10. — *Les Roumains reculent dans la vallée du Jiul. Ils repoussent huit attaques entre Slanic et Oituz et, sur ce point, passent heureusement à l'offensive. — Continuation de l'avance russo-roumaine en Dobroudja.*

Le 12. — *L'ennemi progresse dans les vallées de l'Oltu et du Jiul.*

Le 14. — *Occupation de Doatin, en Dobroudja, par les alliés qui poursuivent leur avance sur tout le front.*

Le 15. — *Repli roumain dans les vallées du Jiul et de l'Oltu. Cette retraite s'accentue et se précipite dans les journées suivantes.*

Le 20. — *Les troupes roumaines de la vallée du Jiul sont repoussées vers Filiachu.*

Le 21. — *Les Allemands occupent Craiova.*

Le 24. — *Mackensen fait franchir le Danube à une partie de son armée. — Devant la poussée de Falkenhayn, les Roumains se retirent derrière l'Oltu.*

Le 25. — *Les Allemands occupent Rymnick.*

Le 26. — *Les troupes de Mackensen s'emparent de Walenich, de Wede. — Prise d'Alexandria par les Allemands.*

Le 27. — *Les autorités roumaines abandonnent Bucarest. — L'armée roumaine est concentrée devant le camp retranché de la capitale que les habitants évacuent.*

Le 28. — *Les troupes de Mackensen prennent Comana, à 30 kilomètres de Bucarest.*

Décembre

Le 1er. — *Lent recul des Roumains vers Bucarest sous la pression allemande. — Les Russo-Roumains reprennent l'offensive en Dobroudja et obtiennent des succès.*

Le 2. — *Les Roumains reprennent Comana.*

mais reculent sur l'Argesu, tandis que les Russes progressent à Cernavoda.

Le 3. — *Au sud-ouest de Bucarest, les Russo-Roumains repoussent les troupes de Mackensen et leur prennent 23 canons.*

Le 4. — *Renforcée, l'armée de Mackensen reprend l'offensive victorieusement.*

Le 5. — *Bucarest est débordée sur deux côtés. On annonce que les alliés ne défendront pas la ville.*

Le 7. — *Une dépêche de Berlin dit que Bucarest est tombé aux mains des Germano-Bulgares. Triomphe bruyant des Allemands.*

FRONT ITALIEN

Octobre 1916

Le 11. — *Gain de terrain par les Italiens sur le Carso, avec 2.000 prisonniers. Depuis le 6 août, nos alliés ont fait plus de 30.000 prisonniers.*

Le 12. — *Sur le Carso, les Italiens atteignent Loquizza. Ils font 400 prisonniers.*

Le 14. — *De violentes attaques autrichiennes sont repoussées au mont Pasubio.*

Le 17. — *La position dite de « La Dent », au nord du mont Pasubio, est brillamment enlevée par les alpins italiens.*

Le 18. — *L'ennemi reprend la « Dent », en est chassé, et laisse des prisonniers aux mains de nos alliés. Ses pertes sont lourdes.*

Le 19. — *Nouvelles et malheureuses tentatives autrichiennes pour reprendre la Dent du Pasubio, position dominante et importante.*

Le 20. — *Au cours d'une violente tempête, les alpins italiens s'emparent d'une forte position ennemie, sur le grand Lagazuoi.*

Le 27. — *Au sud de Novavilla, nos alliés réalisent une avance de 300 mètres et font de nombreux prisonniers.*

Le 31. — *Intense canonnade italienne sur le Carso, prélude d'une offensive nouvelle.*

Novembre

Le 1er. — *Brillante avance italienne sur le Carso, dans la direction de Trieste. Nos alliés s'emparent d'importantes positions et font 4.500 prisonniers.*

Le 2. — *Le succès italien se développe. Les troupes de Cadorna avancent encore et font 3.500 prisonniers, parmi lesquels 116 officiers et un général.*

Le 3. — *Troisième journée victorieuse avec nouvelle avance d'un kilomètre. Une contre-attaque autrichienne laisse plus de 500 prisonniers aux mains des Italiens. Les pertes ennemies, depuis le 1er novembre, sont évaluées à 35.000 hommes.*

Le 5. — *Avance italienne vers Castagnevizza. — Le communiqué indique que le chiffre des prisonniers a dépassé 9.000 pendant les trois premiers jours du mois. Nos alliés ont pris 20 canons.*

Le 10. — *Les Italiens enlèvent des retranchements sur le Carso, et progressent de 300 mètres. Ils font quelques prisonniers.*

Le 14. — *A l'ouest de Gorizia, cinq attaques ennemies sont repoussées avec de lourdes pertes.*

Le 15. — *Sur les hauteurs de San-Marco, les Italiens reprennent des positions précédemment perdues.*

Le 17. — *Les Autrichiens éprouvent un sanglant échec à San Pietro, région de Gorizia.*

Le 19. — *Au prix de pertes élevées, l'ennemi occupe quelques éléments de tranchées sur le Carso.*

Le 30. — *Intense bombardement des positions ennemies dans les vallées de l'Adige et de l'Astico.*

Décembre

Le 1er. — *Sur le Carso, l'infanterie italienne progresse de 300 mètres, sur un front d'un kilomètre.*

Le 3. — *Attaque autrichienne sur le village de Sano, vallée de l'Adige, repoussée avec des pertes sensibles.*

Le 5. — *A l'est de Gorizia, les positions italiennes de Santa-Catarina sont l'objet d'une attaque violente, vite contenue.*

DANS LES BALKANS

Octobre 1916

Le 11. — *Les alliés occupent Guevgeli, sur la frontière gréco-serbe ; les Anglais repoussent les Bulgares au delà de Prosenok, dont ils s'emparent.*

Le 12. — *Des patrouilles anglaises s'avancent jusqu'aux environs de Serès.*

Le 13. — *La bataille s'engage entre les Bulgares et les Anglais sur un front de 27 kilomètres dans la région de Scrès.*

Le 14. — *Les Serbes avancent sur la rive gauche de la Cerna, tandis que les Anglo-Français coupent les communications de l'ennemi avec Serès.*

Le 17. — *Enfoncement des lignes bulgares sur la rive droite du Vardar.*

Le 18. — *Les Serbes enlèvent Brod, sur la rive gauche du Vardar, prennent des canons et un important matériel. — Débarquement de forts contingents italiens à Salonique.*

Le 19. — *Au delà de Brod, les Serbes enfoncent les Bulgares et les mettent en déroute.*

Le 20. — *Dans la boucle de la Cerna, les Serbes avancent au nord de Skocivir, et repoussent de violentes contre-attaques bulgares à gros effectifs.*

Le 24. — *Au sud-ouest du lac Prespa, la cavalerie française occupe plusieurs villages.*

Le 27. — *Les Germano-Bulgares cherchent sans y parvenir à déloger les Anglais de leurs positions d'Ormanli.*

Le 29. — *Les Serbes avancent au nord de Velyeselo.*

Le 30. — *Bombardement des dépôts de munitions ennemis de Demir-Hissar par les aviateurs anglais.*

Le 31. — *Sur la rive gauche de la Strouma, les troupes britanniques infligent un sanglant*

échec aux Bulgares et prennent d'assaut le village fortifié de Barakli-Dzuma.

Novembre

Le 2. — *Les Anglais prennent d'assaut le village d'Alitza.*

Le 7. — *Triple attaque bulgare contre les Serbes dans la boucle de la Cerna. L'ennemi repoussé laisse de nombreux morts sur le terrain et quantité de blessés.*

Le 10. — *Sur la Cerna, les Serbes attaquent les Bulgares, leur causent de grosses pertes, leur prennent dix canons et 600 soldats.*

Le 11. — *Poursuivant leur succès, les Serbes s'emparent du massif du Tchouk.*

Le 12. — *Soutenus par l'artillerie française et appuyés par des contingents français, les Serbes enfoncent la ligne bulgare, avancent de trois kilomètres, enlèvent le village d'Iven, prennent 16 canons et font 1.000 prisonniers.*

Le 13. — *Nouvelle avance serbe. Le chiffre des prisonniers atteint 2.400 et celui des canons conquis est de 25.*

Le 14. — *Les Franco-Serbes avancent dans la région de Kenali : 1.000 nouveaux prisonniers.*

Le 15. — *Ecrasés par l'artillerie française, les Bulgares abandonnent leurs fortes positions à l'ouest de la Cerna. Les alliés s'avancent à 16 kilomètres de Monastir.*

Le 16. — *La cavalerie française entre à Negotin. L'avance serbe se poursuit.*

Le 17. — *Les Serbes, infligeant des pertes sanglantes aux Bulgares, s'emparent de la hauteur 1212, au sud-ouest d'Iven, menaçant directement Monastir.*

Le 19. — *Monastir est pris par les alliés.*

Le 20. — *Poursuite de l'ennemi en fuite et prise de nombreux villages.*

Le 21. — *Malgré la furieuse résistance de l'ennemi, qui a reçu des renforts, les Français prennent Dobromir, et les Serbes, Parolovo, au nord de Monastir.*

Le 22. — *Avance sensible des Italiens à l'ouest de Monastir, où ils progressent jusqu'à Nizopole.*

Le 24. — *Les Serbes repoussent de furieuses attaques. — La progression italienne s'accentue dans la région de Nizopole.*

Le 26. — *Les zouaves, combattant avec les troupes serbes, chassent la garde allemande de la cote 1050, en dépit de la résistance acharnée de ces soldats.*

Le 28. — *Avance serbe au nord-ouest de Grunista. — Les zouaves s'emparent de nouvelles positions dans la région de Monastir. — Sur la rive gauche du Vardar, les Anglais enlèvent des tranchées ennemies. — Progression italienne à l'ouest de Monastir.*

Le 30 — *Des avions alliés bombardent Prilep.*

Décembre

Du 1er au 5. — *Les Serbes remportent quelques petits succès au nord de Monastir, mais il n'en résulte aucune modification importante dans cette partie du front balkanique.*

L'AVIATEUR VIALLET

Le 4 décembre 1916, il abattait son septième appareil ennemi.

DANS LES AIRS

Octobre 1916

Le 11. — *Journée marquée par soixante-treize combats aériens. — L'adjudant Dorme abat son treizième avion. Cinq jours après, il abat le quatorzième.*

Le 13. — *Un groupe de 40 avions franco-anglais lance 4.340 kilos d'explosifs sur les fabriques d'armes Mauser.*

Le 14. — *Bombardement de Vouziers et Ardeuil par nos avions.*

Le 17. — *Heurteaux abat son neuvième avion.*

Le 20. — *Heurteaux abat son dixième avion.*

Le 21. — *Bombardement des gares de Noyon et de Chauny. Nous lançons 79 obus sur les cantonnements et bivouacs ennemis de la région de Nesles-Ham.*

Le 22. — *Nos avions lancent 180 obus sur la gare de Courcelles, près de Metz, 50 sur les gares de Tergnier et Saint-Quentin, 128 sur la gare de Ham. Dorme abat son quinzième avion et Flachaire son cinquième.*

Le 23. — *Obus allemands sur Lunéville et Nancy ; pas de victimes. — Nous lançons 4.200 kilos de projectiles sur les hauts fourneaux de Hagondange, de Bussingen, et sur diverses gares de la région de Metz. — Un avion allemand jette trois bombes sur Margate, blessant légèrement deux personnes.*

Le 26. — *Bombardement de diverses gares ; celle de Conflans reçoit 240 obus. — Un aviateur anglais, attaqué par dix appareils ennemis, réussit à les disperser.*

Le 29. — *Le célèbre aviateur allemand Boelke se tue à la suite d'une collision avec un de ses camarades.*

Novembre

Le 1er. — *Tarascon abat son septième avion et Sayaret, son sixième. — Un dirigeable italien bombarde le port de guerre autrichien de Sebenico.*

Le 3. — *Heurteaux abat son onzième avion et Sauvage son sixième.*

Le 4. — *L'adjudant de Bonnefoy abat son cinquième avion.*

Le 6. — *Bombes incendiaires sur Nancy.*

Ni victimes ni dégâts, dit le communiqué.

Le 7. — *Nous lançons 1.200 kilos de projectiles sur l'aérodrome de Frescati, et autant sur la gare militaire de Chambley.*

Le 9. — *Journée marquée par 77 combats, la destruction de dix avions allemands et le lancement d'un millier de bombes sur les organisations ennemies. — Trente avions anglais mettent en fuite quarante appareils ennemis et en abattent six.*

Le 10. — *Guynemer abat ses vingtième et vingt et unième avions et Deulin son neuvième.*

Le 11. — *Bombes allemandes sur Nancy, Lunéville et Amiens. Neuf civils sont tués à Amiens.*

Le 12. — *Heurteaux abat son douzième avion. — Des hydravions anglais bombardent les installations allemandes d'Ostende.*

Le 15. — *Des aéroplanes et hydroplanes britanniques bombardent les installations de sous-marins d'Ostende et Zeebrugge.*

Le 17. — *Bombardement de la gare de Munich par le capitaine aviateur de Beauchamps. — Heurteaux abat son 13e avion et Guynemer son 21e.*

Le 22. — *Guynemer abat ses 22e et 23e avions. — Les torpilleurs allemands de Zeebrugge sont bombardés par une escadrille anglaise.*

Le 23. — *Quarante combats sur la Somme ; cinq appareils ennemis abattus ; Deullin abat son 10e, Viallet et Flachaire leur 6e et Nungesser son 18e.*

Le 24. — *Des avions anglais bombardent efficacement les hauts fourneaux de Dillingen*

Le 27. — *Raid de zeppelins sur l'Angleterre ; un mort et seize blessés ; deux zeppelins sont atteints et tombent dans la mer.*

Le 28. — *Un avion allemand lance six bombes sur Londres, blessant neuf personnes ; il est obligé d'atterrir, au retour, près de Dunkerque.*

Décembre

Le 1er. — *Bombardement des usines de Thionville par nos avions.*

Le 2. — *La gare de Spincourt est bombardée par nos avions avec de gros obus.*

Le 4. — *Nungesser abat deux avions ennemis ce qui porte à vingt le nombre de ses victoires. — Viallet descend son septième appareil.*

Le 5. — *Infructueux bombardement de Monfalcone par des aviateurs autrichiens.*

SUR MER

Octobre 1916

Le 12. — *Le sous-marin russe* Teulen, *après un combat de plus d'une heure, capture dans la mer Noire le vapeur turc armé* Rodosto.

Le 13. — *A la suite des dommages qu'elle subit de la part des sous-marins allemands, la Norvège interdit l'entrée de ses eaux à tous les submersibles des belligérants.*

Le 19. — *On annonce que le transatlantique* Aiaunia, *de la Compagnie Cunard, a été torpillé et coulé. Il y a quatre morts parmi l'équipage. — Torpillage et coulage des vapeurs suédois* Mercur *et* Normandie. — *Le croiseur allemand* Munchen, *est torpillé dans la mer du Nord par un sous-marin anglais.*

Le 20. — *Les Allemands déclarent considérer le* Bremen *comme perdu.*

Le 26. — *Dix destroyers allemands attaquent le service de transports anglais dans le pas de Calais. Ils coulent un transport vide. Deux d'entre eux se retirent. Les autres sont chassés. En s'enfuyant, ils coulent un chalutier français.*

Le 28. — *Le vapeur américain* Lanao *est coulé par un sous-marin allemand.*

Le 29. — *Le vapeur grec* Angheliki *est coulé. 50 victimes.*

Le 30. — *On annonce que le vapeur anglais* Marina, *ayant à bord un certain nombre d'Américains, a été coulé sans avertissement.*

Le 31. — *Le sous-marin* Deutschland *arrive de nouveau en Amérique.*

Novembre

Le 5. — *Le paquebot* Medjerda *arrive à Cette, après avoir combattu pendant une heure contre un sous-marin.*

Le 7. — *Le paquebot* Arabia *est coulé. Ses 450 passagers sont sauvés, ainsi que l'équipage, moins deux hommes.*

Le 10. — *Le steamer américain* Columbia *est coulé au large des côtes espagnoles.*

Le 11. — *Une flottille de torpilleurs allemands pénètre dans le golfe de Finlande et bombarde Port-Baltique, où elle tue quelques personnes. Des navires russes lui donnent la chasse et coulent sept torpilleurs.*

Le 17. — *Le* Deutschland *quitte New-London, mais rentre de suite, ayant accidentellement coulé un remorqueur.*

Le 21. — *Le navire-hôpital anglais* Britannic *est coulé dans la mer Egée.*

Le 23. — *Le vapeur-hôpital* Braemer-Castle *est coulé dans la mer Egée. Pas de victimes.*

Le 26. — *Le vapeur* Chemung, *battant pavillon américain, est torpillé par un sous-marin allemand dans la Méditerranée.*

Décembre

Le 1er. — *Le navire marchand hollandais* Kebire *est coulé par deux sous-marins.*

Le 3. — *Des sous-marins allemands entrent à Madère dans le port de Funchal, coulent la canonnière* Surprise, *un transport français chargé de matériel et un vapeur anglais. Ils bombardent ensuite la ville, et sont mis en fuite par les batteries de terre.*

Le 5. — *On signale la destruction du vapeur italien* Palermo, *qui avait vingt-cinq Américains à bord. L'un d'eux serait mort.*

Le 8. — *Le ministre de la Marine annonce la perte du cuirassé* Suffren, *torpillé ou détruit par une mine, près de Gibraltar.*

Le gérant : Lucien Josse.

Paris. — Imprimerie Verdier, 18, rue d'Enghien.